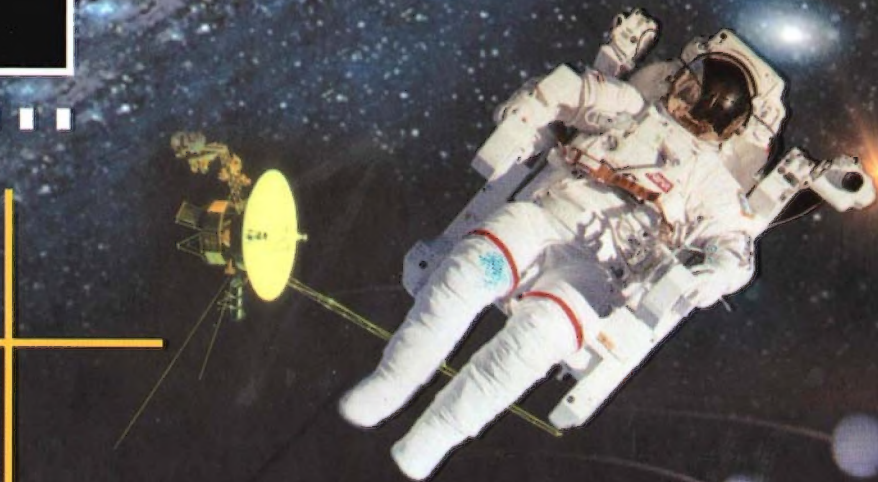
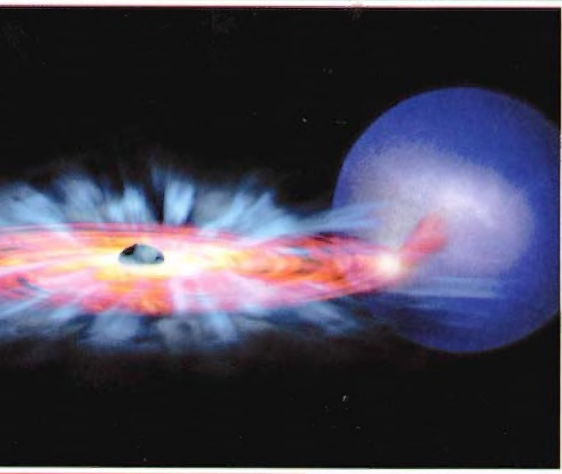


# الموسوعة الفلكية

للمزيد من العصريات زورونا على مدونة الكتب العصرية  
<http://koutoub-hasria.blogspot.com/>  
<https://www.facebook.com/koutoubhasria>

الجزء الثاني



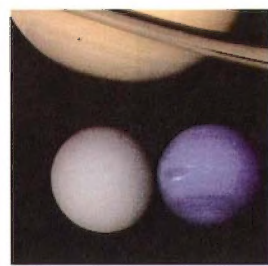
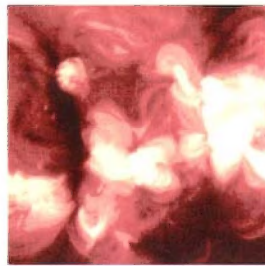
دار الشرق العربي

الموسوعة الفلكية



# الموسوعة الفلكية

---



تأليف

إبراهيم حلمي الغوري

سائر بصمه جي

عضو الاتحاد العربي للعلوم والفضاء والفلك

## القَمَرُ

## Moon



لِلأَرْضِ تَابِعٌ وَاحِدٌ هُوَ الْقَمَرُ الَّذِي يَدُورُ حَوْلَهَا دَوْرَةً وَاحِدَةً كُلَّ شَهْرٍ قَمَرِيٍّ، يُنَمُّ خِلَالَهَا دَوْرَةً وَاحِدَةً حَوْلَ نَفْسِهِ، وَلِهَذَا لَا يَرَى سُكَّانُ الْأَرْضِ مِنَ الْقَمَرِ إِلَّا وَجْهًا وَاحِدًا دَائِمًا.

## تَكُونُ الْقَمَرِ

يُوجَدُ أَرْبَعُ فَرَضِيَّاتٍ عَنِ تَكُونِ الْقَمَرِ، فَفَرَضِيَّةُ الْأَسْرِ (a) تُصَوِّرُ الْقَمَرَ عَلَى أَنَّهُ جِسْمٌ أُطْبِقَتْ عَلَيْهِ ثِقَالَةُ الْأَرْضِ. أَمَّا فِكْرَةُ الْأَنْشِطَارِ (b) فَتَقْضِي بِأَنَّ الدَّوْرَانَ السَّرِيعَ لِلْأَرْضِ فِي مَرَاكِهَا الْمُبَكِّرَةِ حَوْلَ مَحْوَرِهَا أَسْفَرَ عَنِ انْشِطَارِ قِطْعَةٍ مِنْهَا لِتَصِيرَ الْقَمَرَ فِيمَا بَعْدَ. وَفِي فَرَضِيَّةِ الْكَوْكَبِ التَّوَعَمِ (c) فَإِنَّ حُبُيبَاتِ الْغُبَارِ تَرَاكَمَتْ لِتَكُونَ الْأَرْضَ وَالْقَمَرَ، أَمَّا نَظَرِيَّةُ الْأَصْطِدَامِ الْهَائِلِ (b) السَّائِدَةِ حَالِيًا فَتَنْصُ عَلَى أَنَّ صَدْمَةً كَبِيرَةً جَدًّا أَصَابَتْ الْأَرْضَ، فَقَذَفَتْ حُطَامًا سَارَ فِي فَلَكَ، وَهَذَا الْحُطَامُ صَارَ الْقَمَرَ فِيمَا بَعْدَ.

عَلَى (80) سَتِيْمَتْرًا، وَلَكِنَّ أَثَرَ تِلْكَ الْمَوْجَةِ، يَظْهَرُ عِنْدَ بُلُوغِهَا الشَّوْاطِءَ الْقَارِيَّةَ بِشَكْلِ كَبِيرٍ وَمَلْحُوظٍ فِي حَالَتَيْنِ :

• الْأُولَى : عِنْدَمَا يَكُونُ الشَّاطِءُ رَمْلِيًّا، وَذَا انْحِدَارٍ خَفِيفٍ، وَلَهُ امْتِدَادٌ وَاسِعٌ بِاتِّجَاهِ الْبَرِّ إِذْ تَغْمُرُ مَوْجَةُ الْمَدِّ فِي هَذِهِ الْحَالَةِ قِسْمًا كَبِيرًا مِنْهُ، حَتَّى إِنَّ الْمُرْتَفَعَاتِ الْقَائِمَةَ فِيهِ تَتَحَوَّلُ إِلَى جُزُرٍ تُحِيطُ بِهَا الْمِيَاهُ، وَتَظَلُّ كَذَلِكَ مَعْزُولَةً عَنِ بَعْضِهَا، حَتَّى تَحِينُ فِتْرَةُ (الْجُزُرِ الْأَكْبَرِ) الَّتِي تَقُومُ بِسُحْبِ تِلْكَ الْمِيَاهِ عَنْهَا. وَعِنْدَمَا تَصِلُ الْمَوْجَةُ الثَّانِيَّةُ (الْمَدِّ الْأَكْبَرِ) تَعْزَلُ تِلْكَ الْجُزُرُ ثَانِيَةً، إِلَى أَنْ يَبْلُغَهَا (الْجُزُرُ الثَّانِي الْأَكْبَرِ).

• الثَّانِيَّةُ : إِذَا وَاجَهَتْ مَوْجَةُ الْمَدِّ، عَلَى السَّوَاوِلِ الَّتِي تَبْلُغُهَا، خِلْجَانًا لَهَا شَكْلُ الْقَمْعِ، أَيْ ذَاتَ فَتَحَاتٍ وَاسِعَةٍ، وَلَكِنَّهَا تَضِيقُ عِنْدَ نِهَائِهَا. فَإِنَّ مَوْجَةَ الْمَدِّ الْأَكْبَرِ تَنْدَفِعُ فِي أَمْثَالِ هَذِهِ الْخِلْجَانِ، آخِذَةً بِالتَّكَدِّسِ وَالْإِرْتِفَاعِ دَاخِلِهَا.

أَكْبَرُ إِرْتِفَاعٍ لِمَوْجَةِ (الْمَدِّ الْأَكْبَرِ) مُسَجَّلٌ فِي الْعَالَمِ، هُوَ إِرْتِفَاعُ مَوْجَةِ الْمَدِّ الَّتِي تَحْدُثُ فِي خَلِيجِ (فُونْدِي) الْوَاوَعِ عَلَى السَّاحِلِ الشَّمَالِيِّ الشَّرْقِيِّ (لِلْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ)، إِلَى الْغَرْبِ مِنْ شِبْهِ جَزِيرَةِ (إِيكُوسِيَا الْجَدِيدَةِ) إِذْ يَبْلُغُ إِرْتِفَاعُهَا (40. 15) مِترًا فَوْقَ الْمُسْتَوَى الْعَادِي لِمِيَاهِ الْخَلِيجِ وَيَحْدُثُ ذَلِكَ مَرَّتَيْنِ خِلَالَ (24) سَاعَةٍ.



يُحْتَفَلُ الْعَالَمُ فِي 22 نَيْسَانَ مِنْ كُلِّ عَامٍ بِ(يَوْمِ الْأَرْضِ)، وَذَلِكَ لِإِلْفِ أَنْبِيَاءِ الْعَالَمِ الصَّنَاعِيِّ إِلَى الْأَضْرَارِ الَّتِي يُلْحِقُهَا بِالْبِيئَةِ الْأَرْضِيَّةِ وَأَثَرِهَا السَّيِّئِ عَلَى الْحَيَاةِ. وَقَدْ أُقِيمَ أَوَّلُ اخْتِفَالٍ بِيَوْمِ الْأَرْضِ عَامَ 1970م.



## كثافة القمر

تبلغ كثافة القمر نحو (3.37)، أي  
أن كل سنتيمتر مكعب منه يزن  
(3.37) غراماً، وهذا يُعادل  
(0.6) من كثافة الأرض.

## كتلة القمر

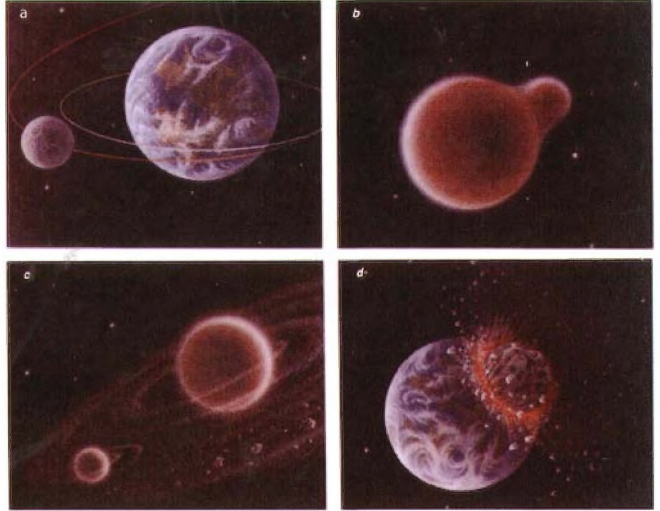
تقدر كتلته بـ (1/80) من كتلة الكرة الأرضية - أي من  
وزنها - وتُعاذل هذه النسبة (0.012) من كتلة الأرض.



قطر القمر يبلغ حوالي (3475 كم) أي حوالي ربع مقدار  
قطر الأرض، فلو وضع القمر - مثلاً - على قارة أستراليا  
لانتد من سيدني إلى ما بعد بيرث.

## جاذبية القمر

جاذبيته ضعيفة، فهي لا تزيد عند سطحه على (0.16)  
من جاذبية الأرض - أي (1/6) جاذبية الكرة الأرضية - وذلك  
بسبب صغر حجمه، وقلة كثافته صخوره.



## شكل القمر

القمر كروي الشكل لعدم وجود قوة نابذة فيه، تؤدي  
إلى فلتحاته بسبب بطء دورته المحورية التي تستغرق (29)  
يوماً و (12) ساعة و (44) دقيقة و (3) ثوانٍ.

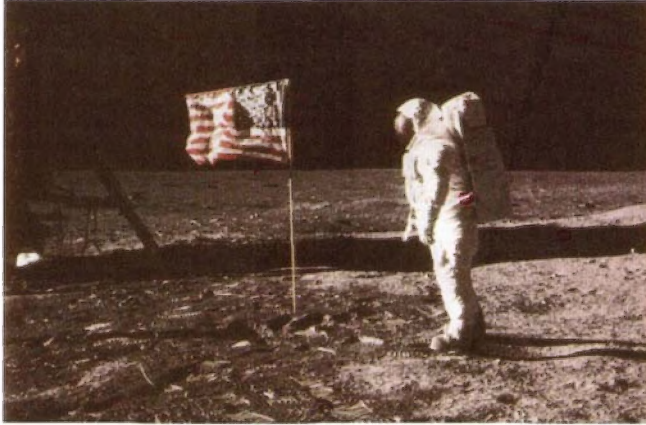


## مرتبة القمر الأرضي بين أقمار بقية الكواكب

يبلغ طول نصف قطر القمر (1738) كم، أي أنه يعادل  
ربع قطر الأرض، ويبلغ طول محيطه (10911) كم. ويأتي  
من حيث حجمه في المرتبة الخامسة بين أقمار كواكب  
المجموعة الشمسية، إذ تتبع كوكب المشتري (3) أقمار  
هي أكبر حجماً من القمر الأرضي، بالإضافة إلى أحد أقمار  
(زحل) الذي يُعتبر أكبر أقمار المنظومة الشمسية إطلاقاً. كما  
أنه لا يساوي بحجمه أكثر من (2 %) من حجم الأرض.

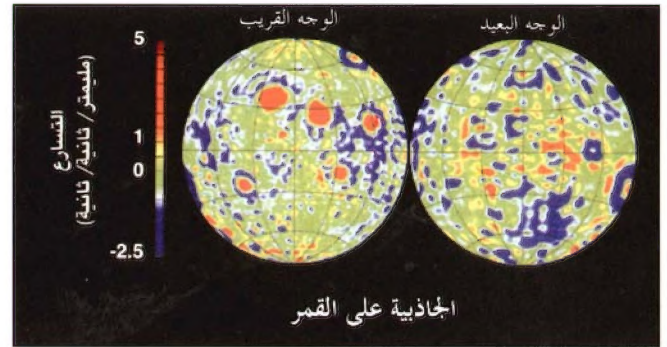


وحتى عمق (1098) كم، وتكون صخور هذه الطبقة من نوع (البيريدوتيت) و(الدونيت) وهي صخور نارية أكثر كثافة وقيامه من الصخور التي تغلوها.



نظراً لضعف الجاذبية على القمر، فإن حركة رواد الفضاء عليه كانت تبتدئ بشكل قفزات، فالشخص الذي يزن (60) كغ على الأرض، يصبح وزنه (10) كغ على القمر.

4. الطبقة الرابعة: سمكها (640) كم، وتمتد من عمق (1098) كم حتى عمق (1738) كم، أي حتى مركز القمر. ونظراً للضغط الشديد الذي تتعرض له فهي أكثر كثافة من التي فوقها من طبقات، ومما يزيد في كثافتها احتواء صخورها النارية على معدني (الحديد) و(النيكل).



إن حركة (لونر بروسبكتور) في مدار يقترب كثيراً من سطح القمر بحيث تصبح السفينة على مسافة (7) كم فقط منه، سمحت بإجراء قياس دقيق للتغيرات في ثقالة القمر. وقد كشف التعقب الدقيق لمدار هذه السفينة الفضائية أن ثقالة القمر أقوى مما كان متوقعاً (البقاع الحمراء) فوق بعض أحدث أخواض بصدم. وأحد التفسيرات الممكنة لذلك، هو أن بعض الصخور الكثيفة في منطف القمر وبما ارتفعت باتجاه سطح الأخواض، بعد أن صدم سطحه بنيازك أو مذنبات.

وهذا ما يجعل الهروب من تلك الجاذبية والتخلص منها لا يحتاج لأكثر من سرعة قدرها (2.4) كم في الثانية مقابل سرعة (11.2) كم في الثانية للتخلص من جاذبية الأرض.

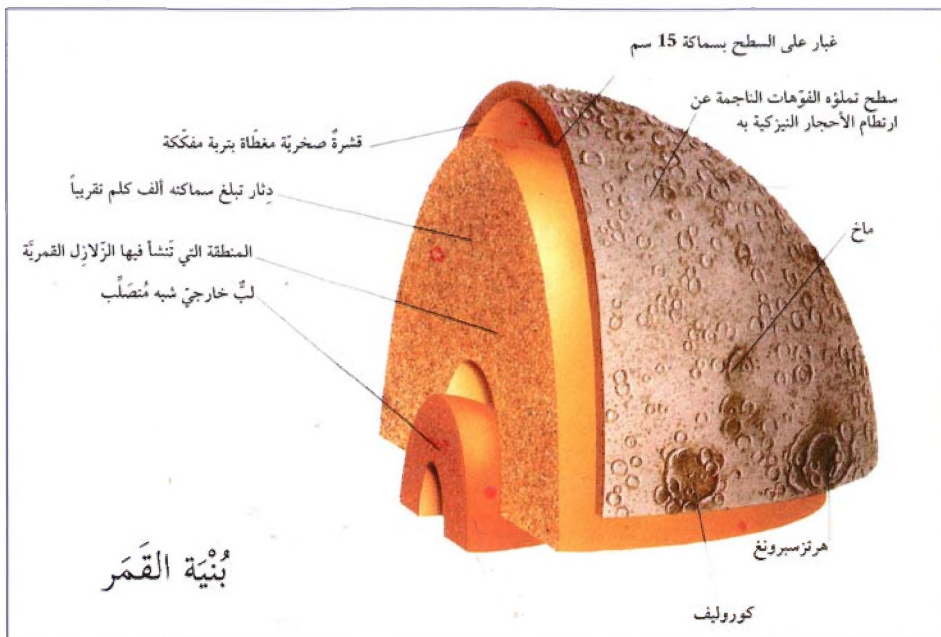
### بنية القمر

يتألف القمر من (4) طبقات:

1. الطبقة الأولى: تمتد من سطح القمر وحتى عمق (24) كم، وتتألف من حطام الصخور البركانية المترصة فيما بينها، أو المتلاصقة.

2. الطبقة الثانية: يبلغ سمكها (40) كم، فهي تمتد من عمق (24) كم وحتى (64) كم، وتتألف من صخور نارية على شكل (بازلت) صلب وأكثر كثافة من الصخور البازلتية السطحية.

3. الطبقة الثالثة: وسمكها (1034) كم، تمتد من عمق (64) كم





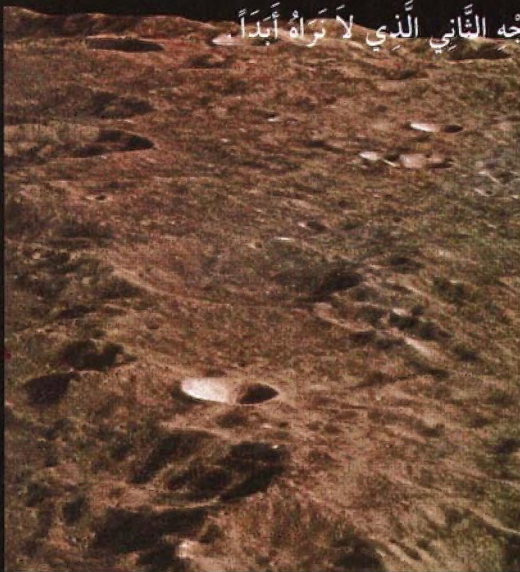
## سَطْحُ الْقَمَرِ

يَتَأَلَّفُ سَطْحُ الْقَمَرِ مِنْ مَخَارِيطَ بُرْكَانِيَّةٍ وَنَيْزِكِيَّةٍ، وَمِنْ أَحْوَاضٍ انْهْدَامِيَّةٍ وَاسِعَةٍ جَافَةٍ، نَتَجَتْ عَنْ سُقُوطِ نَيَّازِكَ هَائِلَةِ الْحَجْمِ، وَأَدَّى سُقُوطُهَا إِلَى نُهُوضِ أَطْرَافِ تِلْكَ الْأَحْوَاضِ عَلَى شَكْلِ سَلَاسِلِ جَبَلِيَّةٍ، طَوِيلَةِ الْإِمْتِدَادِ، شَاهِقَةِ الِارْتِفَاعِ، يَصِلُ ارْتِفَاعُ قِمَمِ بَعْضِهَا إِلَى نَحْوِ (10.000) مِثْرٍ.



صُورَةُ مُسَيْفَسَائِيَّةٍ لِلْقَمَرِ الْجَنُوبِيِّ لِلْقَمَرِ مَرَكَبَةٍ مِنْ (150) صُورَةٍ التَّقَطُّتْ عَامَ 1994 م، بِوَسَاطَةِ آلَةٍ مَحْمُولَةٍ عَلَى مَتْنِ السَّفِينَةِ الْفَضَائِيَّةِ كَلِمَنْتَاينِ تَصَوَّرَ الْأَشِعَّةَ قَوْقُ الْبِنْفَسَجِيَّةِ وَالْأَشِعَّةَ الْمَرْتَبَةِ. يَقَعُ الْقُطْبُ الْجَنُوبِيُّ فِي مَرْكَزِ الصُّورَةِ وَيَقَعُ خَطُّ الْعَرْضِ الْقَمَرِيِّ 70 دَرَجَةً جَنُوبًا، عَلَى الْحَاقَةِ. وَقَدْ وَجِدَتْ السَّفِينَتَانِ الْفَضَائِيَّتَانِ كَلِمَنْتَاينِ وَلُونَرِ بَرُوسَبَكْتَرِ اللَّتَيْنِ كَانَتَا تَنْطَلِقَانِ فِي مَدَارَيْنِ قَمَرِيَيْنِ، أَدَلَّةً عَلَى وُجُودِ جَلِيدٍ مَائِيٍّ فِي الْبِقَاعِ الْمُظْلِمَةِ دَائِمًا الْوَاقِعَةِ قُرْبَ قُطْبَيْ الْقَمَرِ.

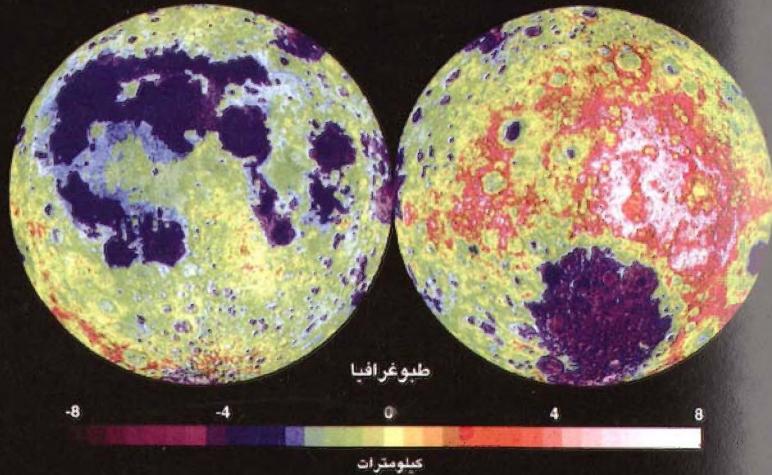
وَتَبْدُو لَنَا الْجِبَالُ وَالسَّلَاسِلُ الْجَبَلِيَّةُ، عِنْدَمَا نَنْظُرُ إِلَيْهَا بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ، عَلَى شَكْلِ مِسَاحَاتٍ فَضِيَّةٍ اللَّوْنِ بَرَّاقَةٍ، بَيْنَمَا تَكُونُ الْأَحْوَاضُ عَلَى شَكْلِ رُقَعٍ فَضِيَّةٍ كَامِدَةٍ. وَوَجْهُ الْقَمَرِ الْمُتَّجِهِ نَحُونًا بِاسْتِمْرَارٍ، هُوَ أَكْثَرُ تَشْوِيشًا مِنْ الْوَجْهِ الثَّانِي الَّذِي لَا نَرَاهُ أَبَدًا.



عَلَى سَطْحِ الْجَانِبِ الْبَعِيدِ مِنَ الْقَمَرِ تَوْجَدُ قُؤَاهَاتُ بُرْكَانِيَّةٍ وَجِبَالٌ أَكْثَرُ مِمَّا هُوَ مَوْجُودٌ عَلَى الْجَانِبِ الَّذِي يُوَاجِهُ الْأَرْضَ. وَعَلَى الْجَانِبِ الْبَعِيدِ عَدَدٌ أَقَلُّ مِنَ الْبَحَارِ Maria كَمَا أَنَّ الْقُؤَاهَاتِ تَبْدُو نَاعِمَةً وَبَالِيَةً.

الوجه القريب

الوجه البعيد



إِنَّ الْأَرْضَادَ الَّتِي تَفْدُئُهَا السَّفِينَتَانِ الْفَضَائِيَّتَانِ (كَلِمَنْتَاينِ) وَ (لُونَرِ بَرُوسَبَكْتَرِ) مَكَثَتِ الْعُلَمَاءُ مِنْ رَسْمِ أَوَّلِ خَرِيطَةٍ تَفْصِيلِيَّةٍ شَامِلَةٍ لِسَطْحِ الْقَمَرِ. وَقَدْ حَمَلَتْ (كَلِمَنْتَاينِ) عَلَى مِثْنِهَا جَوَّالًا لِيَزِيْرًا، كَانَ يَقِيسُ الْمَسَافَةَ إِلَى السَّطْحِ مَرَّةً كُلَّ ثَانِيَةٍ خِلَالَ طَيْرَانِ السَّفِينَةِ فِي مَدَارِهَا الْقُطْبِيِّ. وَقَدْ بَيَّنَّتِ النَّاتِجُ الْأَسْعَادُ الْهَائِلِ لِيَحْوَضِ اِيْتِكُنَ فِي الْقُطْبِ الْجَنُوبِيِّ (الْطَلْحَةُ الْقُرْمُزِيَّةُ عَلَى الْوَجْهِ الْبَعِيدِ لِلْقَمَرِ)، الَّذِي تَكُونُ نَتِيجَةُ لُصْدَمٍ لِمَذْنَبٍ أَوْ نَيْزِكٍ، وَقُطْرُهُ (2600) كَم.

وَالْأَحْوَاضُ مُعْطَاةٌ بِبُرْزَةِ بُرْكَانِيَّةٍ وَنَيْزِكِيَّةٍ نَاعِمَةٍ، وَقَدْ ظَنَّ الْفَلَكَائِيُّونَ الْقَدَامَى، الَّذِينَ رَصَدُوا تِلْكَ الْأَحْوَاضَ، أَنَّهَا بِحَارٌ كَبَحَارِ الْأَرْضِ، لِذَا دَعَوْا كُلًّا مِنْهَا بِاسْمِ بَحْرٍ: كَبَحْرِ الْهَدُوءِ، وَبَحْرِ الصَّفَاءِ، وَبَحْرِ الْعَوَاصِفِ.

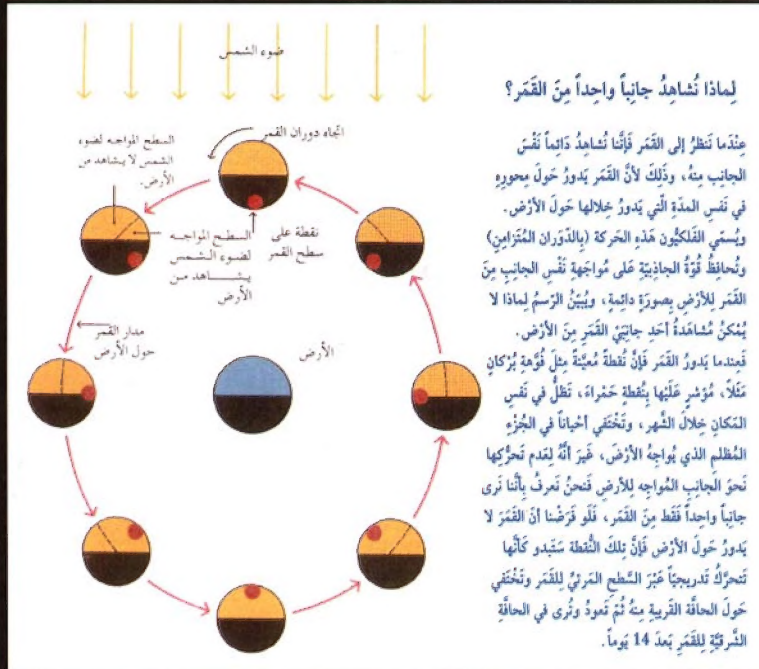


## الغلاف الجوي للقمر

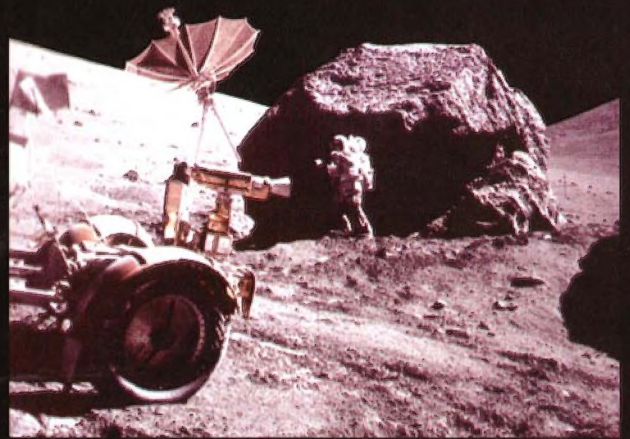
يتألف الغلاف الغازي للقمر من عددٍ محدودٍ جداً من الغازات الممددة لدرجة كبيرة، حتى إن وزن السنتيمتر المكعب الواحد منه لا يزيد على (1/4000) من وزن السنتيمتر المكعب الواحد من الغازات الموجودة قرب سطح الأرض، كما أنه لا أثر لبخار الماء فيه. وقد قدرت كثافة الجو الغازي للقمر بكثافة الغازات الموجودة على ارتفاع (60) كم عن سطح الأرض. وأهم غازات جو القمر هي: الأكزينون، والكربتون، والأرغون، والراديون، وأوكسيد الفحم، والهليوم، والنيون.

## حرارة سطح القمر

لا يُعرف من عناصر المناخ على سطح القمر إلا عنصر واحد وهو الحرارة التي ترتفع في المناطق المعرضة لنور الشمس حتى (120) درجة مئوية، بينما تهبط في المناطق المحجوبة عن الشمس خلال ليل القمر إلى (-160) درجة مئوية تحت الصفر.

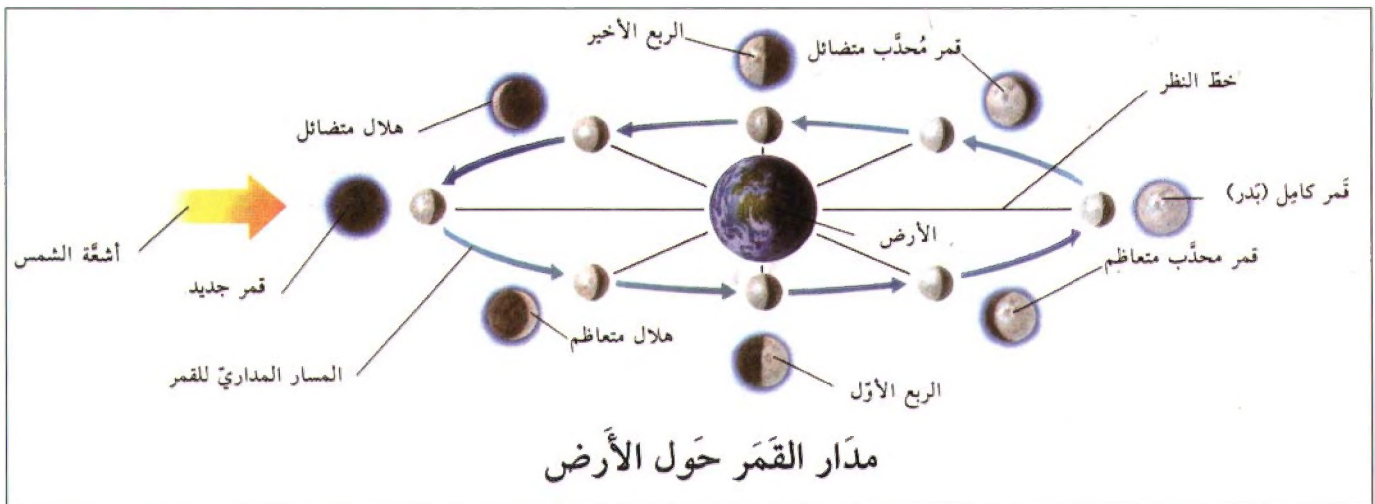


وقد أخصي نحو (265) بُرْكَاناً وَجَبَلًا فِيهِ، عِلْمًا بِأَنَّ فُوهَاتٍ بَعْضُ تِلْكَ الْبُرَاكِينِ، يَتَرَاوَحُ قُطْرُهَا بَيْنَ (100 - 120) كم، فِي الْوَقْتِ الَّذِي لَمْ تَنْقَعْ فِيهِ إِلَّا عَلَى بُرْكَانٍ وَاحِدٍ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ، يَبْلُغُ قُطْرُ فُوهَتِهِ (21.5) كم وَيَقَعُ فِي جَزِيرَةِ (سِيرِي لَانْكَا).



شميت، رائد فضاء (أبولو - 17)، يقف بجوار صخرة تخوي مواد كانت انصهرت عقب قذيفة ضخمة للقمر منذ (3.86) بليون سنة. وقد خلفت هذه الصدمة حوض سيرييتاتيس، وهو منخفض عرضه (920) كم. إن اختيار أنماط محددة من عينات القمر ساعد على أن نعرف بالتفصيل أهمية الفوهات الناتجة من الصدم في تكوين الكواكب.

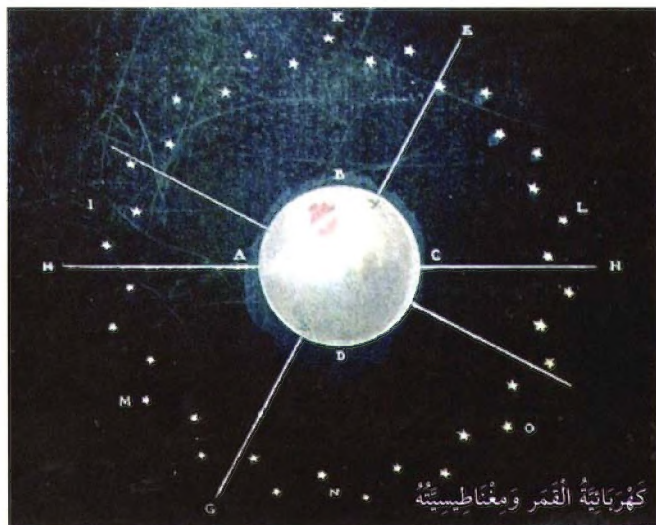




مَدَارُ الْقَمَرِ

تَحِيطُ بِالْقَمَرِ سَاحَةً مِغْنَاتِيْسِيَّةً وَأُخْرَى كَهَرَبَائِيَّةً، إِنَّمَا تَكُونَانِ عَلَى دَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ مِنَ الضَّعْفِ لِقَلَّةِ سُمْكِ الطَّبَقَةِ الذَّائِبَةِ مِنَ الْحَدِيدِ الْمُمَغْنَطِ الْقَائِمَةِ عِنْدَ سَطْحِ النَّوَةِ الْقَمَرِيَّةِ، وَلِبُطْءِ دَوْرَةِ الْقَمَرِ الْمُخَوَّرِيَّةِ - أَيْ دَوْرَتِهِ حَوْلَ نَفْسِهِ.

وَيُشَكِّلُ مَدَارُهُ مَعَ مَدَارِ الْأَرْضِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (5.15) دَرَجَاتٍ، كَمَا يَتَقَاطَعُ مَدَارُهُ مَعَ خَطِّ اسْتِوَاءِ الْأَرْضِ، وَمَعَ الدَّائِرَةِ الْكُسُوفِيَّةِ الْمُوَازِيَةِ لِخَطِّ الْإِسْتِوَاءِ الْأَرْضِيِّ، بِزَاوِيَةٍ قَدْرُهَا (28.45) دَرَجَةً.



أَطْوَارُ الْقَمَرِ

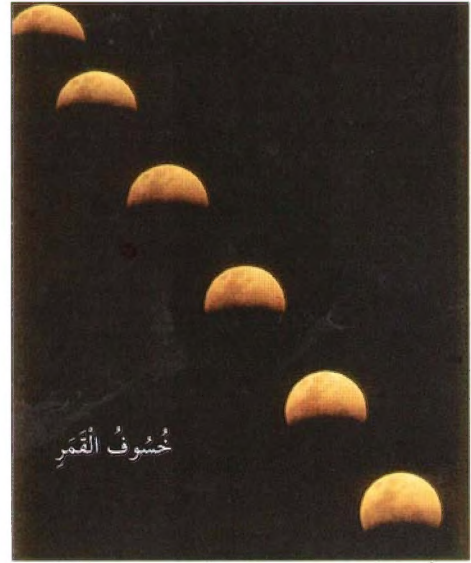
يَبْدُو لَنَا الْقَمَرَ وَهُوَ يَتَغَيَّرُ شَكْلُهُ مِنْ يَوْمٍ إِلَى يَوْمٍ أَثْنَاءَ تَطَوُّرِهِ، وَيَتَغَيَّرُ شَكْلُ الْقَمَرِ مُنْذُ أَنْ يَظْهَرَ هِلَالًا وَإِلَى أَنْ يُصْبِحَ بَدْرًا، وَمِنْ ثَمَّ يَعُودُ وَيَصْغُرُ وَيُصْبِحُ هِلَالًا. وَيَسْتَعْرِقُ ذَلِكَ 9 أَيَّامَ وَنِصْفَ الْيَوْمِ. وَتَحْدُثُ هَذِهِ الْأَوْجُهُ خِلَالَ دَوْرَانِ الْقَمَرِ حَوْلَ الْأَرْضِ بَيْنَمَا الْقَمَرُ وَالْأَرْضُ يَدُورَانِ حَوْلَ الشَّمْسِ.

## خُسُوفُ الْقَمَرِ

خُسُوفُ الْقَمَرِ Lunar eclipse نَوْعَانِ : خُسُوفٌ كَامِلٌ، وَخُسُوفٌ جُزْئِيٌّ. وَلَا يَحْدُثُ أَيُّ مِنْهُمَا إِلَّا فِي مُنْتَصَفِ الشَّهْرِ الْقَمَرِيِّ، حِينَ يَكُونُ الْقَمَرُ بَدْرًا.

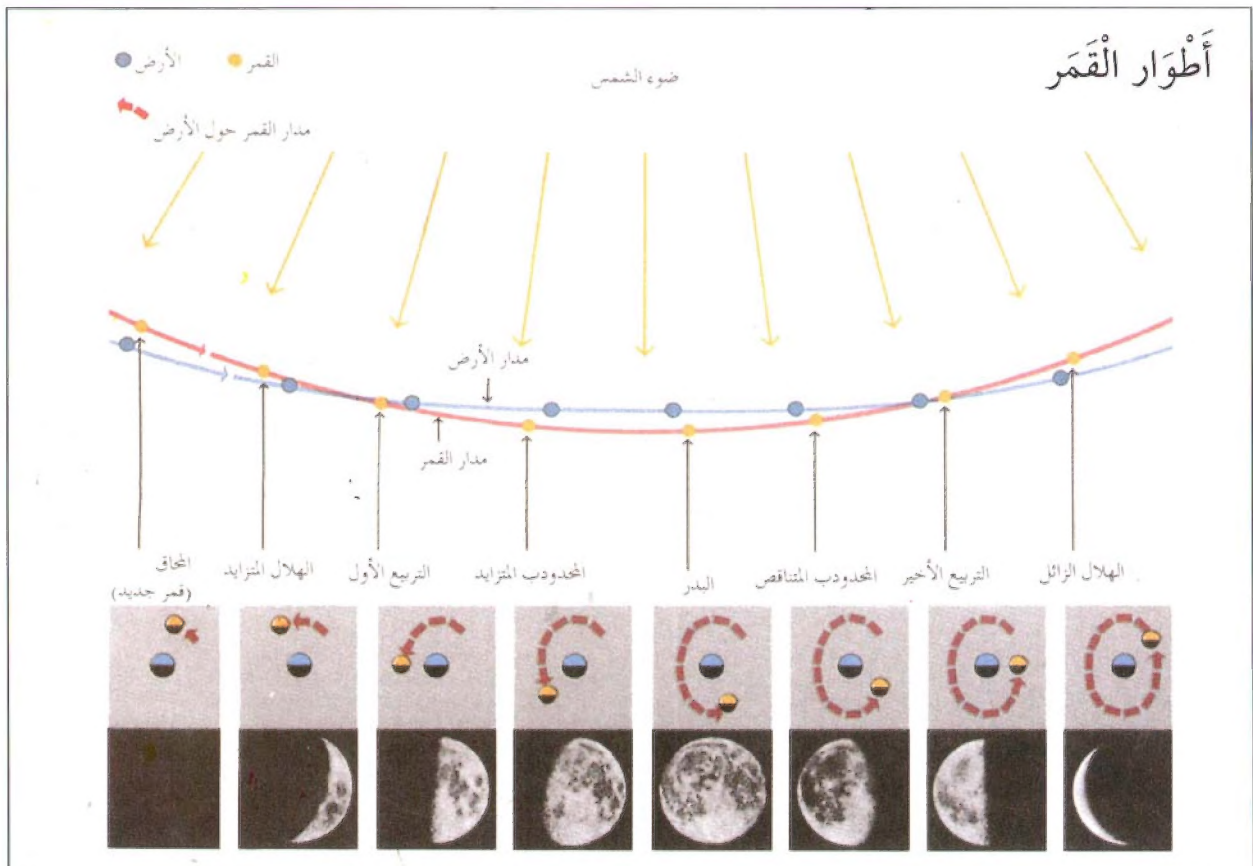
(1) الْخُسُوفُ الْكَامِلُ أَوْ الْكُلِّيُّ : يَحْدُثُ عِنْدَ وَقُوعِ الْقَمَرِ فِي ظِلِّ مَخْرُوطِ الْأَرْضِ؛ حَيْثُ تَحْجُبُ وَجْهَهُ، بَدْءًا مِنْ طَرَفِهِ الْأَيْمَنِ، غَشَاوَةٌ دَاكِنَةٌ يَغْلِبُ عَلَيْهَا اللَّوْنُ الْأَحْمَرُ الْمَمْزُوجُ بِخَضِرَةٍ مَائِلَةٍ إِلَى السَّوَادِ، تُضَعِّفُ مِنْ نُورِهِ شَيْئًا فَشَيْئًا؛ حَتَّى إِذَا مَا عَمَّتْ تِلْكَ الْغَشَاوَةُ كَامِلَ وَجْهِهِ، اخْتَفَى نُورُهُ تَمَامًا.

وَلَا يَقْتَصِرُ الْخُسُوفُ الْكَامِلُ عَلَى بُقْعَةٍ مُعَيَّنَةٍ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ كَخُسُوفِ الشَّمْسِ، وَإِنَّمَا يَعُمُّ جَمِيعَ بَقَاعِ الْأَرْضِ الَّتِي يَكُونُ الْوَقْتُ فِيهَا لَيْلًا.



وَيَكُونُ نِصْفُ الْقَمَرِ مُوَاكِفًا لِلشَّمْسِ دَائِمًا وَلَكِنْ أَجْزَاءٌ مُخْتَلِفَةٌ مِنَ الْقِسْمِ الْمُضِيءِ يُمَكِّنُ رُؤْيُهَا مِنَ الْأَرْضِ. وَمَعَ دَوْرَانِ كُلِّ مِنَ الْأَرْضِ وَالْقَمَرِ فِي مَدَارَيْهِمَا تَزْدَادُ الْمِسَاحَةُ الْمُضِيئَةُ الَّتِي يُمَكِّنُ رُؤْيُهَا مِنَ الْأَرْضِ إِلَى أَنْ يُصْبَحَ الْقَمَرُ بَدْرًا ثُمَّ تَتَنَاقَصُ الْمِسَاحَةُ الْمُضِيئَةُ إِلَى أَنْ يُصْبَحَ مُظْلَمًا ثُمَّ يَظْهَرُ الْقَمَرُ هِلَالًا جَدِيدًا.

## أَطْوَارُ الْقَمَرِ





نَحَاسِيَّ مَشُوبٍ بِخُضْرَةٍ دَاكِئَةٍ نَاتِجٍ عَنِ انْعِكَاسِ اللَّوْنِ الْأَحْمَرِ الْمَوْجُودِ فِي جَوِّ الْأَرْضِ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ، لِأَنَّ جَوَّ الْأَرْضِ مَعْرُوفٌ بِضَعْفٍ قُدْرَتِهِ عَلَى انْتِصَاصِ اللَّوْنِ الْأَحْمَرِ.

وَعِنْدَمَا يَأْخُذُ وَجْهَ الْبَدْرِ بِالْخُرُوجِ مِنْ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْأَرْضِ، نُلَاحِظُ أَنَّ هِلَالًا صَغِيرًا يَبْدَأُ فِي الظُّهُورِ فِي يَمِينِ الْقَمَرِ، وَيَكُونُ تَقَعُّرُهُ بِاتِّجَاهِ يَسَارِ الْقَمَرِ؛ وَهُوَ ذُو نُورٍ بَاهِتٍ، إِذْ يَكُونُ مَغْمُورًا بِمَخْرُوطِ شِبْهِ ظِلِّ الْأَرْضِ. وَمَعَ ازْدِيَادِ مِسَاحَةِ الرُّقْعَةِ الْمُنَارَةِ مِنْ سَطْحِ الْقَمَرِ، وَبَعْدَ خُرُوجِهَا مِنْ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْأَرْضِ وَمِنْ مَخْرُوطِ شِبْهِ ظِلِّهَا، تَأْخُذُ ظِلْمَةُ اللَّيْلِ بِالتَّبَدُّدِ أَكْثَرَ فَأَكْثَرَ؛ حَتَّى إِذَا مَا انْقَشَعَتْ كُلُّ الظُّلْمَةِ عَنِ ذَلِكَ السَّطْحِ، عَادَ لِلَّيْلِ إِقْمَارُهُ وَصَفَاؤُهُ.



يَحْدُثُ الْخُسُوفُ الْقَمَرِي عِنْدَمَا تَقَعَ الْأَرْضُ بَيْنَ الشَّمْسِ وَالْقَمَرِ

وَتَدُومُ فَتْرَةُ ذَلِكَ الْخُسُوفِ، بَدْءًا مِنْ دُخُولِ يَمِينِ الْبَدْرِ فِي مَخْرُوطِ شِبْهِ ظِلِّ الْأَرْضِ، ثُمَّ فِي مَخْرُوطِ ظِلِّهَا، وَحَتَّى خُرُوجِ يَسَارِهِ مِنْ هَذَيْنِ الْمَخْرُوطَيْنِ، مُدَّةً (4) سَاعَاتٍ، أَمَّا الْفَتْرَةُ الَّتِي يَقْضِيهَا الْبَدْرُ وَهُوَ كَامِلُ الظُّلْمَةِ الْمَشُوبَةِ بِحُمْرَةٍ، وَالنَّاتِجَةِ عَنْ وُقُوعِهِ فِي ظِلِّ مَخْرُوطِ الْأَرْضِ، فَلَا تَسْتَمِرُّ أَكْثَرَ

- سُرُوطُ حَدُوثِ الْخُسُوفِ الْكَامِلِ أَوْ الْكُلِّي :

- أَنْ تَكُونَ الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ، وَبَيْنَهُمَا الْأَرْضُ، فِي حَالَةٍ تَقَابُلٍ، أَيْ عَلَى اسْتِقَامَةٍ وَاحِدَةٍ أَمَامَ نَقْطَةِ التُّزُولِ أَوْ قُرْبَهَا.
- ب) أَنْ تَكُونَ الْمَسَافَةُ بَيْنَ الْأَرْضِ وَالْقَمَرِ كَافِيَةً لَوْقُوعِهِ فِي ظِلِّ مَخْرُوطِهَا.



الْخُسُوفُ الْكَامِلُ

- الْمَرَاكِجُ الَّتِي يَمُرُّ بِهَا الْخُسُوفُ الْكَامِلِ أَوْ الْكُلِّي :

يَبْدَأُ الْخُسُوفُ الْكُلِّي بِرَحْفٍ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْأَرْضِ شَيْئًا فَشَيْئًا عَلَى صَفْحَةِ الْبَدْرِ بَدْءًا مِنْ يَمِينِهِ، حَيْثُ يُظْلَمُ هَذَا الْجُزْءُ مِنْهُ؛ وَمَعَ ازْدِيَادِ تَحَرُّكِ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْأَرْضِ بِاتِّجَاهِ الْغَرْبِ تَزْدَادُ مِسَاحَةُ الرُّقْعَةِ الْمُظْلِمَةِ، وَيَأْخُذُ اللَّيْلُ الْمُقَمَّرُ بِالتَّحَوُّلِ إِلَى لَيْلٍ مُعْتَمٍ.

وَقَبْلَ أَنْ يَخْتَفِيَ كَامِلُ وَجْهِ الْبَدْرِ، يَظْهَرُ فِي يَسَارِهِ هِلَالٌ يَكُونُ تَقَعُّرُهُ نَحْوَ يَمِينِ الْقَمَرِ، يَدُومُ فَتْرَةٌ لَا يَلْبَثُ أَنْ يَخْتَفِيَ بَعْدَهَا؛ إِذْ يَكُونُ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْأَرْضِ قَدْ غَمَرَ كَامِلَ سَطْحِ الْبَدْرِ؛ وَعِنْدَهَا يُظْلَمُ اللَّيْلُ؛ بَيْنَمَا لَا يَتَحَوَّلُ وَجْهُ الْبَدْرِ إِلَى قُرْصٍ أَسْوَدَ مُعْتَمٍ كَمَا تَحَوَّلَ قُرْصُ الشَّمْسِ عِنْدَ كُسُوفِهِ، وَإِنَّمَا تُعْطَى سَطْحُهُ غِلَالَةً رَقِيقَةً ذَاتَ لَوْنٍ أَحْمَرَ



بَرِيقُهُ؛ وَذَلِكَ نَاتِجٌ عَنْ بَدْءِ دُخُولِ الْقَمَرِ فِي مَخْرُوطِ شِبْهِ ظِلِّ الْأَرْضِ؛ وَيَأْخُذُ اللَّيْلُ بِالْإِعْتِمَامِ الَّذِي يَتَزَايَدُ مَعَ تَزَايُدِ انْتِشَارِ الْغِشَاءِ عَلَى وَجْهِ الْقَمَرِ. وَبَعْدَ أَنْ يَتَغَطَّى كَامِلٌ وَجْهَهُ بِذَلِكَ الْغِشَاءِ لِمُدَّةٍ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (1 - 2) سَاعَةٍ، وَقَدْ تَزِيدُ، يَأْخُذُ الْغِشَاءُ بِالْانْسِحَابِ عَنْ سَطْحِ الْقَمَرِ شَيْئًا فَشَيْئًا؛ وَمَعَ انْسِحَابِهِ، يَعُودُ لِلْقَمَرِ نُورُهُ الْفِضِّي الْبَرَّاقُ، وَلِلَّيْلِ سِحْرُهُ وَإِفْمَارُهُ.



الْخُسُوفُ الْجُزْئِيُّ

أَمَّا إِذَا كَانَ الْخُسُوفُ الْجُزْئِيُّ نَاتِجًا عَنْ دُخُولِ جُزْءٍ مِنَ الْبَدْرِ فِي مَخْرُوطِ ظِلِّ الْأَرْضِ، وَبَقِيَّتُهُ فِي مَخْرُوطِ شِبْهِ ظِلِّ الْأَرْضِ، فَإِنَّ الْمَرَا حِلَّ الَّذِي يَمُرُّ بِهَا الْقَمَرُ وَاللَّيْلُ، الَّتِي اسْتَعْرَضْنَاهَا آنِفًا، تَتَكَرَّرُ؛ إِنَّمَا يَكُونُ اللَّيْلُ أَكْثَرَ إِعْتِمَامًا، وَبِخَاصَّةٍ عِنْدَمَا يَكُونُ مَخْرُوطُ ظِلِّ الْأَرْضِ قَدْ غَطَّى مِسَاحَةً كَبِيرَةً مِنَ الْقَمَرِ. كَمَا أَنَّ الْمَرَا حِلَّ الَّذِي تُرَافِقُ هَذَا الْكُسُوفَ قَدْ تَصَلَّى إِلَى (3) سَاعَاتٍ أَوْ تَزِيدُ.

### ماذا يحدث لو فقدت الأرض القمر؟

في هذه المحاكاة العددية أُزيل القمرُ على نحوٍ مُفاجيءٍ في التاريخ الحالي ( $t=0$ ) ونتيجةً لتأثير الاضطرابات الكوكبية ووجود القمر، فإنَّ الميل الأعظم للأرض ليس ثابتًا، بل

مِنْ سَاعَتَيْنِ. وَكَبُرَ مَخْرُوطُ ظِلِّ الْأَرْضِ الَّذِي يَغْمُرُ كَامِلَ سَطْحِ الْبَدْرِ، يَسْمَحُ لِجَمِيعِ بَقَاعِ الْأَرْضِ الَّتِي يَكُونُ الْوَقْتُ فِيهَا لَيْلًا بِرُؤْيَةِ الْخُسُوفِ الْكَامِلِ، بِعَكْسِ الْكُسُوفِ الْكَامِلِ الَّذِي لَا يَصِيبُ إِلَّا رُقْعَةً مُخْدُودَةً مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ، لِصِغَرِ الرُّقْعَةِ الَّتِي يَسْقُطُ عَلَيْهَا مَخْرُوطُ ظِلِّ الْقَمَرِ الَّذِي يُعَدُّ صَغِيرًا بِالْمُقَارَنَةِ مَعَ مَخْرُوطِ ظِلِّ الْأَرْضِ. وَقَدْ يَحْدُثُ خُسُوفَانِ كَامِلَانِ فِي عَامٍ وَاحِدٍ، أَوْ خُسُوفٌ وَاحِدٌ، وَقَدْ لَا يَحْدُثُ فِي بَعْضِ السِّنِّينِ أَيْ خُسُوفٍ.

(2) الْخُسُوفُ الْجُزْئِيُّ:

وَلَهُ نَوْعَانِ:

(1) خُسُوفٌ جُزْئِيٌّ يَتَرَفَّقُ مَعَ الْخُسُوفِ الْكُلِّيِّ، يَتَعَرَّضُ لَهُ الْقَمَرُ مَرَّتَيْنِ: الْأُولَى تَسْبِقُ الْخُسُوفَ الْكُلِّيَّ، وَالثَّانِيَّةُ تَعْقِبُهُ. وَسَبَبُهُمَا دُخُولُ الْقَمَرِ فِي مَخْرُوطِ ظِلِّ الْأَرْضِ قَبْلَ دُخُولِهِ فِي مَخْرُوطِ ظِلِّهَا وَبَعْدَ خُرُوجِهِ مِنْهُ. وَفِي هَذَيْنِ الْخُسُوفَيْنِ الْجُزْئِيَّيْنِ، تَغْطِي وَجْهَ الْقَمَرِ غِلَالَةٌ رَقِيقَةٌ تَفْقِدُهُ لَوْنَهُ الْفِضِّي وَبَرِيقَهُ، فَيَعْدُو صَفْحَةً كَالْحَةِ اللَّوْنِ.

(2) خُسُوفٌ جُزْئِيٌّ يَنْتُجُ عَنْ وُقُوعِ الْقَمَرِ فِي مَخْرُوطِ شِبْهِ ظِلِّ الْأَرْضِ. وَيَعْدُو وَجْهَهُ كَالْحِ اللَّوْنِ، فَاقْدَأْ بَرِيقَهُ الْفِضِّي كَمَا مَرَّ مَعَنَا.

- سُرُوطُ تَحَقُّقِ الْخُسُوفِ الْجُزْئِيِّ:

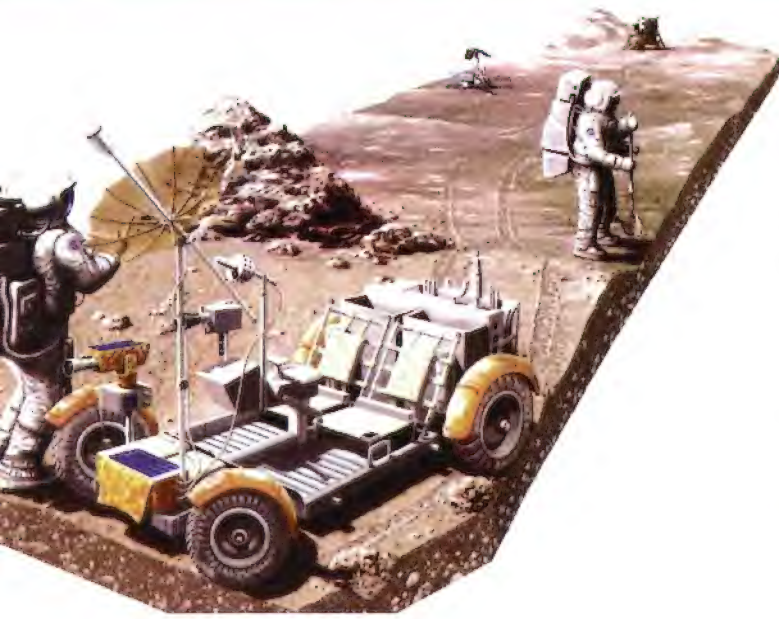
(أ) أَنْ تَكُونَ الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ، وَبَيْنَهُمَا الْأَرْضُ، قُرْبَ نَقْطَةِ النُّزُولِ بَعْضُ الشَّيْءِ.

(ب) أَنْ يَقَعَ جُزْءٌ مِنَ الْبَدْرِ فِي مَخْرُوطِ ظِلِّ الْأَرْضِ، وَالْجُزْءُ الْآخَرُ فِي مَخْرُوطِ شِبْهِ ظِلِّهَا؛ أَوْ أَنْ يَقَعَ الْقَمَرُ كُلُّهُ فِي مَخْرُوطِ شِبْهِ ظِلِّ الْأَرْضِ.

- مَرَا حِلُّ الْخُسُوفِ الْجُزْئِيِّ:

يَبْدَأُ الْخُسُوفُ الْجُزْئِيُّ بِدُخُولِ الْبَدْرِ خَلْفَ غِشَاءٍ رَقِيقٍ يُغْشِي سَطْحَهُ، بَدْءًا مِنْ يَمِينِهِ؛ يُضْعَفُ مِنْ نُورِهِ، وَيَفْقِدُهُ



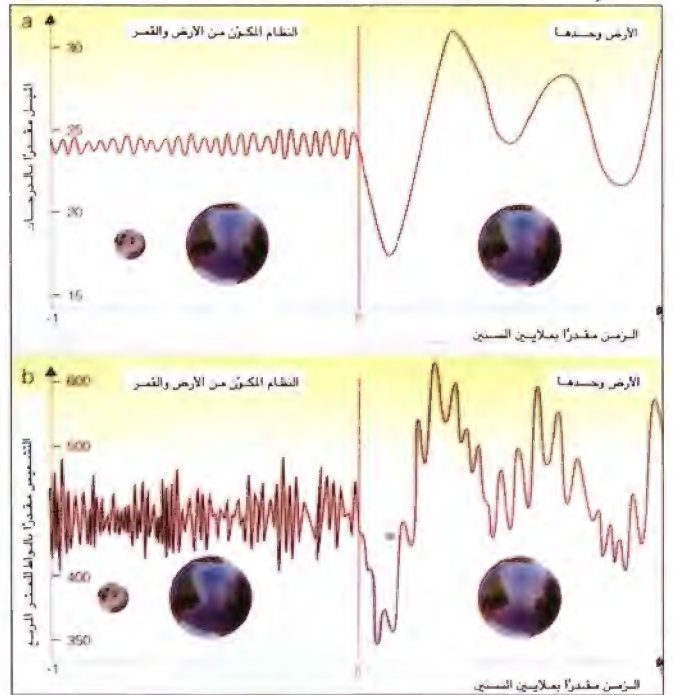


### الهبوط على القمر

أصبح الحلم القديم بالسفر إلى القمر تاريخاً، ففي اليوم العشرين من تموز من عام 1969م، وطئت قدم الإنسان سطح القمر لأول مرة حيث خرج رائد الفضاء الأمريكي (نيل أولدن أرمسترونغ) من المركبة القمرية أبولو - 11 المسماة (إيجل) العقاب ووضع قدمه اليسرى فوق سهل قمرى صخري، المعروف ببحر السكون عند الساعة 10:56 مساءً بالتوقيت الصيفي لشرق الولايات المتحدة الأمريكية. وبعد أن تجول لمدة 18 دقيقة، لحق به رائد الفضاء (إدوين ألدرين يوجين الابن). ظل رائدا الفضاء يتجولان بالقرب من المركبة ويجريان التجارب لمدة ساعتين. ومكثت العقاب على سطح القمر ما يقارب 22 ساعة قبل أن يصعد أرمسترونغ وألدرين لينضمّا ثانية إلى مركبة القيادة (كولومبيا) التي يقودها رائد الفضاء (مايكل كولنز).

لقد زودتنا الرحلات الفضائية والهبوط على القمر بحقائق عديدة عنه. كما أن استكشاف القمر قد ساعد أيضاً في حل

يخضع لتغيرات صغيرة (3.1 درجة) حول قيمته الوسطى (3.23 درجة) [a] وهذه التغيرات الصغيرة كافية لإحداث تغيرات تعادل (20%) تقريباً في التشميس الذي تتلقاه الأرض في درجّة العرض الشمالي (65 درجة) [b] واستناداً إلى نظرية (يلانكوفيتش)، فإن هذه التغيرات هي سبب الحقب الجليدية. وبعد إزالة القمر، فإن التغيرات في الميل الأعظم للأرض على مدى مليون سنة أزدادت زيادةً كبيرة.





كثيرٍ مِنَ الأَلْغَازِ عَنِ الأَرْضِ وَالشَّمْسِ وَالْكَوَاكِبِ .  
وَقَدْ زَارَ الْقَمَرَ 12 شَخْصاً مِنْذُ ذَلِكَ الْحَيْنِ .

وآخِرُ مَا يُفَكَّرُ بِهِ الْإِنْسَانُ هُوَ إِقَامَةُ مُسْتَوَظَنَاتٍ بَشَرِيَّةٍ  
عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ . وَلِهَذِهِ الْمُسْتَوَظَنَاتِ مَرَايَا كَثِيرَةٌ مِنْهَا :  
• عَدَمُ وَجُودِ غِلَافٍ جَوِّيٍّ لِلْقَمَرِ يُسَاعِدُ عَلَى إِنْشَاءِ  
مَرَاصِدَ قَمَرِيَّةٍ خَالِيَةٍ مِنَ الْعُيُوبِ الْبَصَرِيَّةِ الَّتِي تَظْهَرُ عَلَى  
الأَرْضِ نَتِيجَةً لَوْجُودِ الْغِلَافِ الْجَوِّيِّ .  
• ضَعْفُ الْجَاذِبِيَّةِ عَلَى الْقَمَرِ يُسَاعِدُ فِي إِنْشَاءِ مَحْطَّاتِ  
إِطْلَاقِ الصَّوَارِيخِ وَالْمَرَكَبَاتِ الْفَضَائِيَّةِ بِشَكْلِ أَوْفَرِ اقْتِصَادِيٍّ .  
الْأَمْرُ الَّذِي يُسَاهِمُ فِي اسْتِكْشَافِ الْكَوْنِ بِشَكْلِ أَسْرَعِ .  
• رَضْدُ أَيِّ حَدَثٍ كَوْنِيٍّ يُمَكِّنُ لَهُ أَنْ يُهَدَّدَ الْحَيَاةُ عَلَى  
الأَرْضِ بِشَكْلِ مُبَكِّرٍ .



لَقَدْ كَانَتْ خُطْوَةٌ عَظِيمَةٌ قَامَتْ بِهَا الْبَشَرِيَّةُ ، وَشَارَكَتْ فِيهَا كُلُّ الْحَضَارَاتِ  
وَانْتَصَرَ فِيهَا سُلْطَانُ الْعِلْمِ .

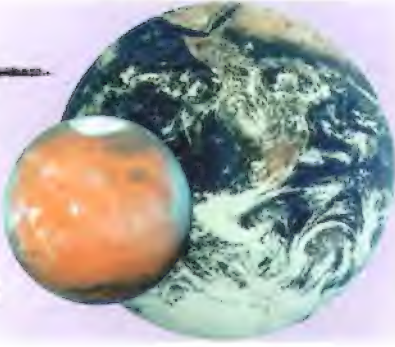


تَضَمِيمُ أَوَّلِي لِقَرْيَةٍ قَمَرِيَّةٍ ، حَيْثُ أَنَّ وَكَالَةَ  
الْفَضَاءِ (ناسا) تَفَكَّرُ جَدِّياً بِالْمُسْتَعْمَارِ الْقَمَرِ .

الْقَرْيَةُ الْقَمَرِيَّةُ



أَنَّ (الْمَرِيخَ) هُوَ الْكَوْكَبُ  
الْأَكْثَرُ شَبَهاً بِالأَرْضِ  
بَيْنَ كَوَاكِبِ الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ،  
مَعَ أَنَّ حَجْمَهُ يُعَادِلُ  
ثُلُثَ حَجْمِ الأَرْضِ تَقْرِيباً،  
إِذْ لَا يَزِيدُ قُطْرُهُ عَنِ (6800) كَم.



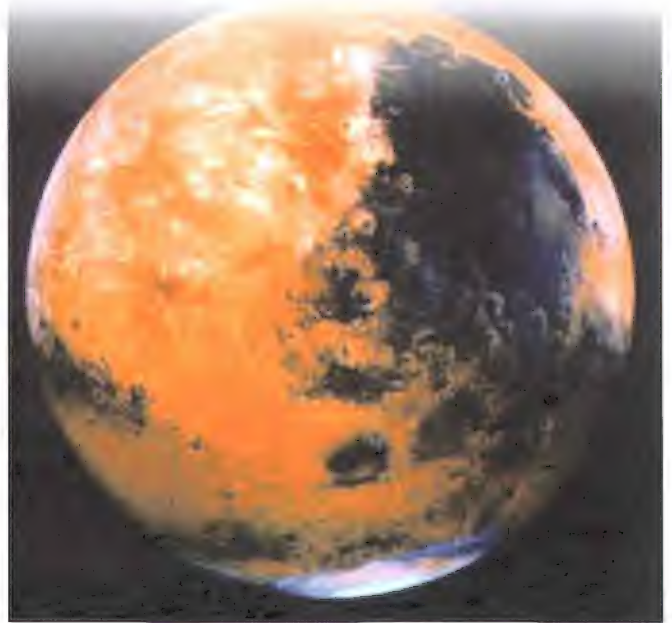
الْمَرِيخُ

Mars

(الْكَوْكَبُ الْأَحْمَرُ)

### شَكْلُ الْمَرِيخِ

هُوَ كُرَةٌ مُفْلَطَةٌ عِنْدَ الْقُطْبَيْنِ، مُتَفَخَّخَةٌ عِنْدَ خَطِّ  
الِاسْتِوَاءِ. وَتَبْلُغُ فَلَطْحَةُ هَذَا الْكَوْكَبِ (0.009) أَيَّ إِنَّهَا أَكْثَرُ  
مِنْ فَلَطْحَةِ الأَرْضِ الَّتِي لَا يَزِيدُ تَفْلُطُهَا عَلَى (0.003).



### أَبْعَادُ الْمَرِيخِ

يَبْلُغُ طُولُ نِصْفِ قُطْرِ الْمَرِيخِ الْإِسْتِوَائِيِّ (3397) كَم،  
وَيَبْلُغُ طُولُ نِصْفِ قُطْرِ الْقُطْبِيِّ (3366) كَم، وَنِصْفُ قُطْرِهِ  
الْمُتَوَسِّطِ (3381.5) كَم.

رَابِعُ كَوْكَبٍ مِنْ حَيْثُ بُعْدُهُ عَنِ الشَّمْسِ بَعْدَ عِطَارِدِ  
وَالزُّهْرَةِ وَالْأَرْضِ، إِذْ يَبْعُدُ عَنْهَا (227.9) مِليُونِ كَم - أَيَّ مَا  
يُعَادِلُ (1.523) وَحْدَةَ فَلَكِيَّةٍ. وَهُوَ السَّابِعُ مِنْ حَيْثُ حَجْمُهُ  
بَعْدَ الْمَشْتَرِيِّ وَزُحَلِّ وَأُورَانُوسِ وَنِپْتُونِ وَالْأَرْضِ وَالزُّهْرَةِ.  
وَيَتَمَيَّزُ عَنِ الْكَوَاكِبِ الأُخْرَى بِلَوْنِهِ الْأَحْمَرِ الْقَانِي.

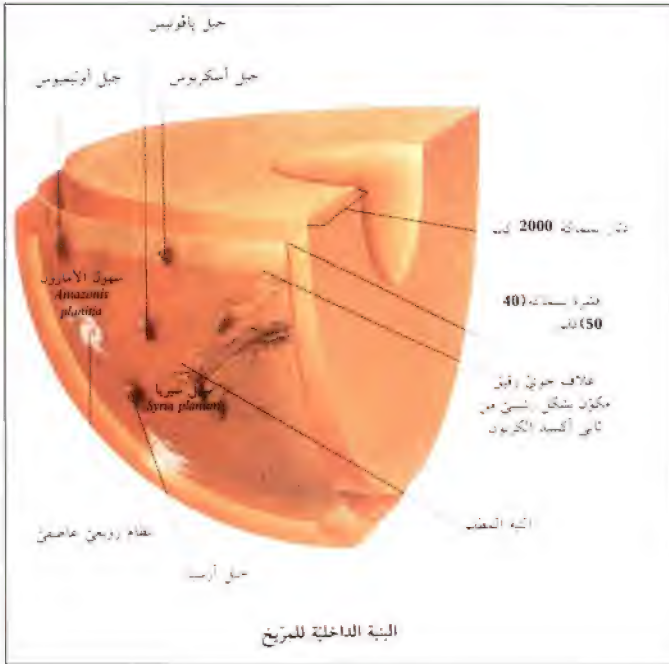


## كثافة المريخ

هُوَ أَقْلُ كَثَافَةٍ مِنَ الْأَرْضِ، إِذْ لَا تَزِيدُ كَثَافَتُهُ عَلَى (3.94).  
- أَيَّ إِنَّ السَّيِّمَتِ الْمَكْعَبَ الْوَاحِدَ مِنْهُ يَزِنُ (3.94) غراماً.

## كُتْلَةُ الْمَرِيخِ

نَظَرًا لِصِغَرِ حَجْمِ الْمَرِيخِ بِالمُقَارَنَةِ مَعَ حَجْمِ الْأَرْضِ،  
وَقَلَّةُ كَثَافَتِهِ بِالنِّسْبَةِ لِكثَافَةِ الْأَرْضِ، فَإِنَّ كُتْلَتَهُ - أَيَّ (وَزْنَهُ) -  
لَا تُعَادِلُ إِلَّا (0.11) مِنْ كُتْلَةِ الْأَرْضِ.



أَهَمُّهَا (البازلت) وَ(البيريدوتيت).

3. النَّوْةُ: الَّتِي يَغْلِبُ عَلَى تَرْكِيبِهَا (الْحَدِيدُ وَالنِّيكَلُ).  
وَهِيَ شَدِيدَةُ الصَّلَابَةِ بِاسْتِثْنَاءِ الْقِسْمِ الْعُلَوِيِّ مِنْهَا، إِذْ إِنَّهُ سَائِلٌ.

## سَطْحُ الْمَرِيخِ

صَفَاءُ جَوِّ الْمَرِيخِ، سَاعَدَ عَلَى رَصْدِهِ مُنْذُ الْقَدِيمِ،  
وَعَلَى التَّعَرُّفِ إِلَى سَطْحِهِ بِوَسَاطَةِ الْمَرَاكِبِ الْفَلَكِيَّةِ الَّتِي  
مَكَّنَتْ الْعُلَمَاءَ مِنْ رُؤْيَةِ سَطْحِهِ بِوُضُوحٍ.

وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّهُ يَتَأَلَّفُ مِنْ أَرَاضٍ جَرْدَاءَ قَاحِلَةٍ، مَغْطَاةٍ بِتُرْبَةٍ  
مِنَ الرَّمَادِ الْبُرْكَانِيِّ، بِاسْتِثْنَاءِ الْمُنْطَقَتَيْنِ الْقُطْبِيَّتَيْنِ فِيهِ، اللَّتَيْنِ  
تُغْطِيهِمَا قَلْنِسُوتَانِ مِنَ الْجَلِيدِ عَلَى التَّوَالِي. وَعِنْدَمَا تَذُوبُ  
الْقَلْنِسُوتَةُ الْجَلِيدِيَّةُ فِي فَصْلِ صَيْفِ النِّصْفِ الشَّمَالِيِّ لِهَذَا  
الْكَوْكَبِ، تَظْهَرُ مِنْ تَحْتِهَا مَنَاطِقٌ قَاتِمَةٌ، يُعْتَقَدُ بِأَنَّهَا نَبَاتَاتٌ  
بِدَائِيَّةٌ، مِنْ نَوْعِ طُحْلُبِيٍّ أَوْ أَشْنِيٍّ<sup>(1)</sup> ذِي تَرْكِيبٍ نَسِيجِيٍّ

(1) الْأَشْنِيَّاتُ وَالطَّحَالِبُ: نَبَاتَاتٌ قَرَمَةٌ مِنَ النَّوْعِ الْبِدَائِيِّ، تُوجَدُ فِي الْمُنْطَقَةِ  
الْقُطْبِيَّةِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ.



## بُنْيَةُ الْمَرِيخِ

لَمْ تَتَوَالِ الدِّرَاسَاتُ الْعِلْمِيَّةُ بُنْيَةَ هَذَا الْكَوْكَبِ، وَلَكِنْ  
الِإِعْتِقَادُ السَّائِدُ أَنَّهَا تُشَبِّهُ بُنْيَةَ الْكَرَةِ الْأَرْضِيَّةِ إِلَى حَدٍّ كَبِيرٍ،  
وَأَنَّهُ يَتَأَلَّفُ مِنْ ثَلَاثِ طَبَقَاتٍ أَسَاسِيَّةٍ هِيَ:

1. الْقِشْرَةُ الصُّلْبَةُ: الَّتِي تَتَأَلَّفُ مِنْ صُخُورٍ نَارِيَّةٍ وَأُخْرَى  
رُسُوبِيَّةٍ.

2. الرِّدَاءُ أَوْ السَّتَارُ: وَهُوَ مُؤَلَّفٌ مِنْ صُخُورٍ نَارِيَّةٍ،

لقد تمَّ الحفر في المريخ (الكم) من موقع جيوطراخي يصل إلى هذه التلة  
التي أطلق عليها اسم (تلة كولومبيا). وهنا وجد أيضاً أدلة على وجود المياه  
في فترة سابقة من حياة المريخ.





قنوات المريخ

يُعتقد أن المناخ كان في القديم أقل خشونة على المريخ، وأن المياه كانت تجري على هذا الكوكب، قد يشرح هذا وجود أودية متعرجة تشبه مجاري أنهار قد نُضِبت.

عام 1971م، وقام برسم مصوّر كامل واضح لسطح المريخ وتضاريسه؛ ثم المختبر الفضائي (فايكنغ) الذي أُطلق في شهر كانون الأول عام 1975م، وبلغ سطح المريخ في عام 1976م، والذي لا يتجاوز قطره المترين، والمزود بتجهيزات قامت، بعد هبوطه على سطح ذلك

الكوكب، بدراسة وتحليل عينات من صخور المريخ وتربته، وبالتعرّف إلى مقدار النيازك التي تبلغ سطحه، وبدراسة تركيب جوه والتعرّف إلى التقلبات المناخية التي تعترى ذلك الجو، وبث صور تلفزيونية عن معالم هذا الكوكب باتجاه المحطات الأرضية لدراسة الفضاء.

ومن حصيلة ذلك كله، تبين خطأ الاعتقاد الذي ساد لفترة طويلة بين علماء الفلك، والقائل بأن كائنات حية ذكية قامت بإنشاء أقنية ري على سطح هذا الكوكب للاستفادة من المياه المتخلفة عن ذوبان القبعين الجليديين في فصلَي الربيع والصيف لإرواء المساحات الزراعية التي أقيمت على طرفي تلك الأقنية.

إذ تبين أن ما يظهر للمراقب على أنه أقنية ري، ما هو إلا خداع بصري، ذلك أن الرياح العاصفة الهوجاء التي تسود جو المريخ والتي تُغيّر اتجاهها مع تغيّر الفصول، تضرب سطح هذا الكوكب بقوة، لتحمل معها كميات كبيرة من الأتربة والغبار، مخلقة وراءها - حيث تحث الأرض - أخاديد صغيرة تبدو على شكل أقنية صغيرة، كما كانت

خاص، ونقول (خاص)، لأنّ النبات لا يستطيع أن يقوم بالتمثيل الضوئي بدون وجود غاز (الأوكسجين)، وهو غاز يكاد يكون منعدماً على سطح المريخ. ومثل ذلك يحدث في صيف النصف الجنوبي لهذا الكوكب.

سطح المريخ



وكانت المراقب تكشف عن وجود أقنية على سطحه، كان يُعتقد بأنها أقنية تحمل المياه التي تذوب من القبعين الجليديين إلى مختلف الاتجاهات على سطحه.



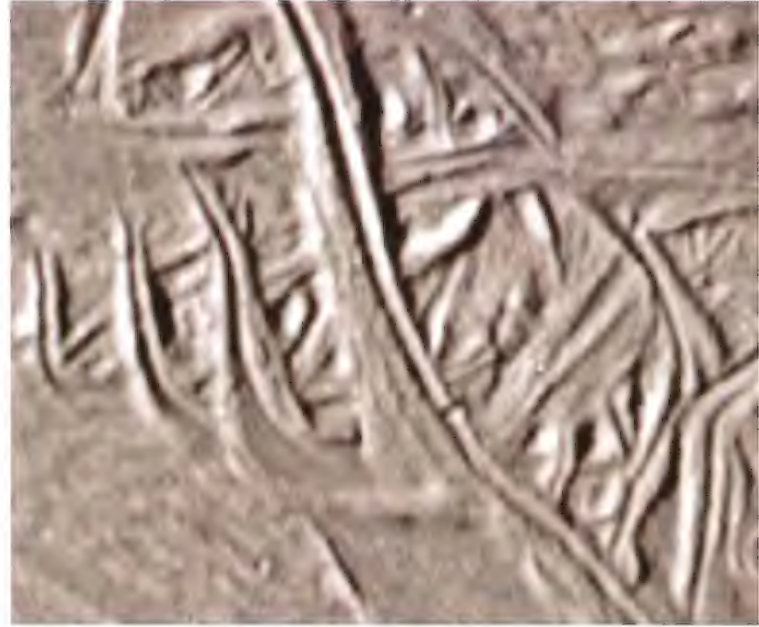
أقنية المريخ

ولم يتم التأكد من طبيعة سطح هذا الكوكب، وجوه، وطبيعة الحياة التي يمكن أن تكون قائمة فيه، إلا بعد أن تم إطلاق القمر الصناعي (مارينر - 4) يوم (4) تشرين الثاني 1964م، الذي قام بالكشف عن البراكين التي تنتشر فوق سطح هذا الكوكب؛ ثم (مارينر - 9) الذي أُطلق يوم (1) نيسان



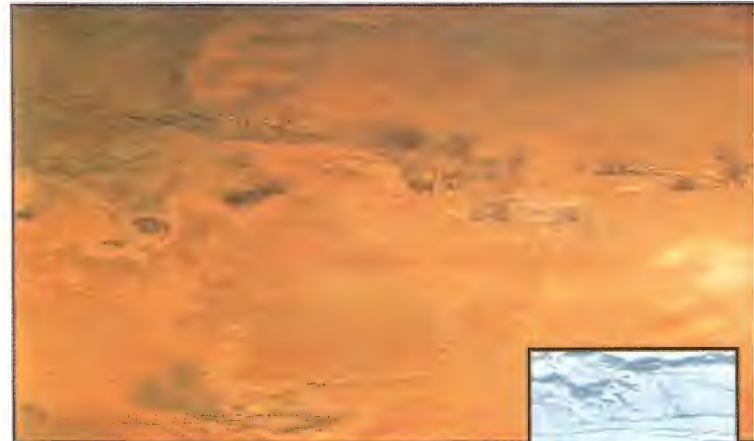
وَلَمَّا فَقَدَ كَوْكَبُ الْمَرِيخِ - شَيْئًا فَشَيْئًا - غَارَاتِهِ الَّتِي  
اسْتَطَاعَتْ الْإِفْلَاتُ مِنْ جاذِبَتِهِ مَعَ بُخَارِ مَائِهِ، انْقَلَبَتِ الْمَجَارِي  
الْمَائِيَّةُ فِيهِ إِلَى تِلْكَ الْأَوْدِيَةِ الْجَافَةِ الَّتِي تَقُومُ الْمَصَاطِبُ عَلَى  
طَرَفَيْهَا، تِلْكَ الْمَصَاطِبُ الَّتِي تَدُلُّ عَلَى تَغْيِيرِ مُسْتَوَى الْمِيَاهِ  
فِي تِلْكَ الْأَوْدِيَةِ عِدَّةَ مَرَّاتٍ.

تَقُومُ بِتَوْضِيحِ مَا تَحْمِلُهُ مَعَهَا عَلَى شَكْلِ كُتْبَانٍ تَحْفُ بِتِلْكَ  
الْأَخَادِيدِ الَّتِي تَنْتَشِرُ مَا بَيْنَ الْمِنْطَقَتَيْنِ الْقُطْبِيَّتَيْنِ وَخَطِّ اسْتَوَاءِ  
هَذَا الْكَوْكَبِ.



إِنَّ أَفْنِيَّةَ الرِّيِّ، مَا هِيَ إِلَّا خِدَاعٌ بَصَرِيٌّ.

أَمَّا الْأَخَادِيدُ الْكَبِيرَةُ الَّتِي كَانَتْ تُرَى بِالْمِرْقَبِ عَلَى أَنَّهَا  
أَفْنِيَّةُ رِيٍّ وَاسِعَةٍ، فَمَا هِيَ إِلَّا أَوْدِيَّةٌ جَافَّةٌ طَوِيلَةٌ وَعَرِيضَةٌ،  
نَشَأَتْ مُنْذُ ثَلَاثَةِ مِليَارَاتٍ مِنَ السَّنِينَ، إِذْ كَانَ الْمَرِيخُ يَخْضَعُ  
لِثَوَرَاتٍ بُرْكَانِيَّةٍ عَارِمَةٍ وَشَامِلَةٍ، أَطْلَقَتْ مَعَ مَقْدُوفَاتِهَا كَمِّيَّاتٍ  
ضَخْمَةً مِنْ بُخَارِ الْمَاءِ، لَمْ يَلْبَثْ أَنْ تَكَاثَفَ مُحْدَثًا سُيُولًا  
ضَخْمَةً، وَفَيْضَانَاتٍ مُرْبِعَةً، قَامَتْ بِحَتِّ تِلْكَ الْأَوْدِيَةِ.



الأودية و الأخاديد على سطح المريخ



في عام 2006م، أعلنت وكالة الفضاء الأوروبية أن مسبار الفضاء الأوربي  
(مارس اكسبريس) الذي يدور حول كوكب المريخ، تمكن من اكتشاف بحيرة  
مياه متجمدة على الكوكب الأحمر. هذه البحيرة المائية المتجمدة تقع داخل  
قوّهة بُرْكَانِيَّةٍ يُقَدَّرُ عَرْضُهَا بِنَحْوِ 35 كم وعمقها الأقصى نحو 2 كم.

وَمَا تَضُمُّهُ الْقُبُوعَتَانِ الْجَلِيدَتَانِ الْيَوْمَ مِنَ الْمَاءِ الْمُتَجَمِّدِ،  
وَمِنْ غَارِ ثَانِي أُكْسِيدِ الْحَدِيدِ الْمُتَجَمِّدِ، لَيْسَ إِلَّا جُزْءًا يَسِيرًا





بُركَان (أوليمبوس) أَكْبَرُ بُركَانٍ فِي المَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ عَلَى الإِطْلَاقِ.

وَتُغَطِّي المَسْكُونَاتُ الحُمَمِيَّةُ (اللابَات) جَمِيعَ سُفُوحِهِ .

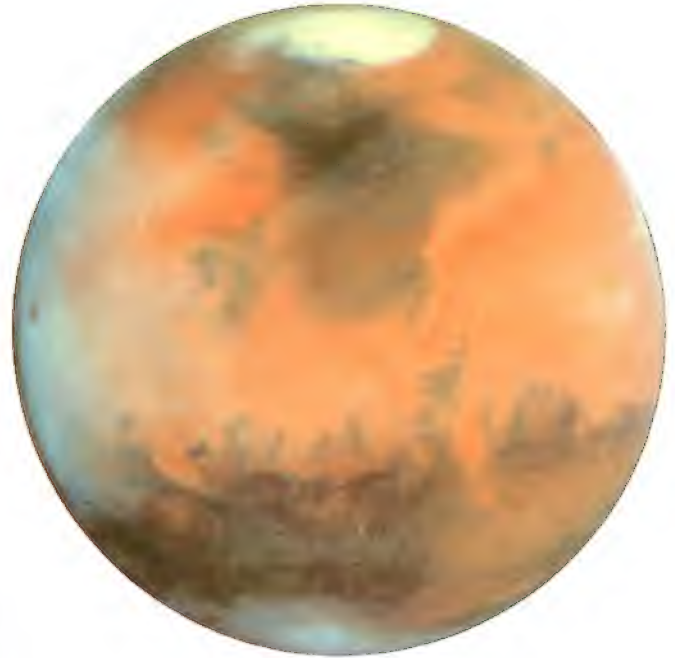
4 . شَبَكَةٌ وَاسِعَةٌ مِنَ الأَوْدِيَةِ الكَبِيرَةِ ، العَرِيضَةِ والعَمِيقَةِ ،

وَالَّتِي يَمْتَدُّ طُولُ بَعْضِهَا إِلَى مَسَافَاتٍ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (500) كِيلُومِتْرٍ وَالْوُفِ الكِيلُومِتْرَاتِ .



أَحَدُ الأَوْدِيَةِ المَرِيخِيَّةِ

مِنْ بُخَارِ المَاءِ وَالْغَازَاتِ الَّتِي هَرَبَتْ مِنْ جَوْهٍ .



القُبُعَتَانِ الجَلِيدَتَانِ فِي قَاطِبَيْ كَوَكَبِ المَرِيخِ

وَقَدْ كَشَفَتِ الأقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ ، الَّتِي انْتَقَطَتِ الصُّوَرُ

لِلْمَرِيخِ ، عَنْ سِتَّةِ نَمَازِجٍ تَضَارِسِيَّةٍ تَسُوْدُ سَطْحَهُ ، وَهِيَ :

1 . سُهُولٌ وَاسِعَةٌ تَنْتَشِرُ فِيهَا الفُوهَاتُ البُرْكَانِيَّةُ وَالنَّيْزِكِيَّةُ ، وَتُغَطِّي بَعْضَ أَجْزَائِهَا لَابَاتٌ <sup>(1)</sup> بُرْكَانِيَّةٌ .

2 . تِلَالٌ مُخْتَلِفَةٌ الأشْكَالِ .

3 . جِبَالٌ بُرْكَانِيَّةٌ ، بَعْضُهَا مُتْقَارِبٌ ، وَبَعْضُهَا الآخَرُ

مُتَنَازِعٌ ، تَنْتَشِرُ بَيْنَهَا ، وَعَلَى أَقْسَامٍ مِنْ سُفُوحِهَا ، لَابَاتٌ

بَارِزَتِيَّةٌ ، وَتَتَمَيَّزُ بِاتِّسَاعِ فُوهَاتِهَا الَّتِي يَتَرَاوَحُ طُولُ أَقْطَارِهَا مَا

بَيْنَ (1 - 100) كَم . كَمَا تَتَمَيَّزُ بِارْتِفَاعِهَا الكَبِيرِ ، وَفِي طَلِيعَةِ

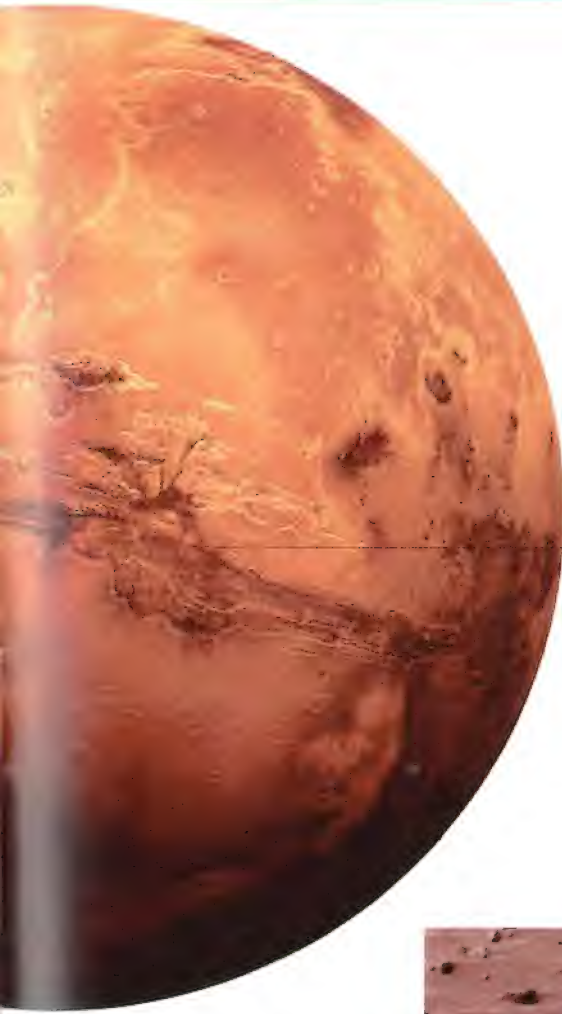
تِلْكَ البَرَاكِينِ ، بُركَانُ (أوليمبوس) Olympus الَّذِي يَرْتَفِعُ

عَمَّا يُجَاوِرُهُ مِنْ أَرْضٍ إِلَى (26) كَم ، كَمَا يَبْلُغُ طُولُ قُطْرِ

فُوهَتِهِ (65) كَم ، أَمَّا قُطْرُ قَاعِدَتِهِ فَيَبْلُغُ طُولَهُ (600) كَم ،

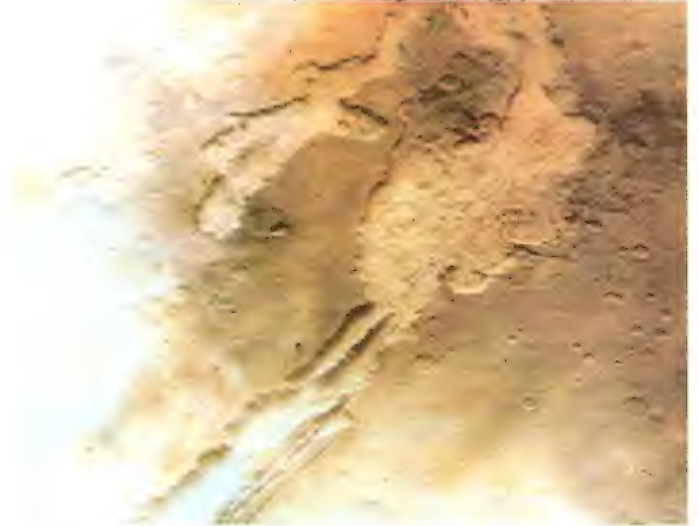
(1) اللَابَاتُ : جَمْعُ (لَابَةٌ) وَهِيَ : الحِجَارَةُ السَّوْدَاءُ .



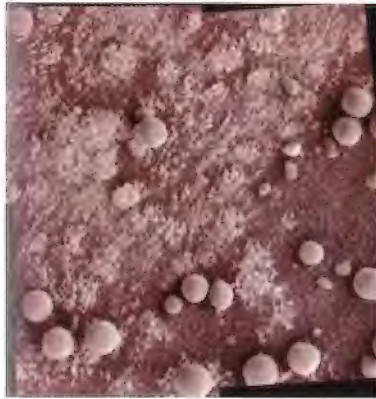


وادي مارينرز  
الذي يمكن مشاهدته  
من سطح الأرض

وَلِكُلِّ مِنْهَا رَوَافِدٌ تَدُلُّ كَثْرَتُهَا عَلَى الْعَصْرِ الْمَطِيرِ الَّذِي مَرَّ  
بِهِ سَطْحُ هَذَا الْكَوْكَبِ مُنْذُ ثَلَاثَةِ مِليَارَاتٍ مِنَ السِّنِينَ ، وَسَاعَدَ  
عَلَى تَشْكِيلِ مِثْلِ هَذِهِ الْأَوْدِيَةِ النَّاشِئَةِ عَنِ الْحَتِّ الْمَائِيِّ .



عَدَدٌ آخَرٌ مِنَ الْأَوْدِيَةِ الَّتِي نَشَأَتْ بِفِعْلِ الْحَتِّ الرِّيْحِيِّ ، وَلَا تَزَالُ الرِّيَاحُ  
الْعَاصِفَةُ الَّتِي تُغَيِّرُ اتِّجَاهَهَا بِاسْتِمْرَارٍ عَلَى سَطْحِ الْمَرِيخِ تَعْمَلُ فِيهَا حَتًّا  
حَتَّى الْيَوْمِ .



واحدةٌ مِنَ المَفَاجِآتِ الجيولوجيةِ الَّتِي صَادَقَتْ الْعُلَمَاءَ فِي قَدَمِ الْحِجَازِ  
الشَّتْدِيرَةِ الَّتِي التَقَطَ صُورُهَا الْجَوَّالُ (أوبور نشيني).



تُعتبرُ الأَمْنِيَاتُ : قُبَا أَشْجَاءُ القَلَمَاءِ فِي نَاسَا ، وَقَدْ عَاطَنَ هَذَا التَّحَرُّرَ الْجَوَّالُ  
(سبيريت) بِوَسْطَانِهِ جِهَازَ قِيَاسِ الشَّيْبِ الَّذِي يَمَسُّ بِالْأَشْجَاءِ الشَّيْبَةِ ، فَتُحَرِّقُ  
لِلْقَلَمَاءِ وَجُودَهُ نِسْبَةً عَالِيَةً مِنَ الْوَسْطَانِ بِدَاخِلِهِ .



لَقَدْ اِشْتَطَقَ الْجَوَّالُ (أوبور نشيني) أَنْ يُبَيِّنَ أَنَّ هَلِيمَ الشَّيْبَانِ الرُّمِيَّةِ  
الْمُتَجَرِّدَةِ فِي قَمَرِهِ (أندرو لانس) تَشْتَكِلُ مُنْذُ قَدَرِ لَيْسَتْ بِعَمْدَةٍ .

5. أَوْدِيَّةٌ وَأَخَادِيدُ ذَاتُ مَنَشَأٍ (تَكُونِي) - أَيُّ بَاطِنِيٍّ  
- فِيهِ أَوْدِيَّةٌ اِنْكَسَارِيَّةٌ تَكُونُ عَلَى دَرَجَةِ كَبِيرَةٍ مِنَ الْاِمْتِدَادِ  
وَالْعُمُقِ وَالْعَرْضِ . وَمِنْ أَهَمِّهَا أَخْدُودُ (مارينرز) إِذْ يَتَجَاوَزُ  
طُولُهُ (4800) كَم ، كَمَا يَبْلُغُ عَرْضُهُ (120) كَم ، وَعُمُقُهُ  
الْوَسْطِيِّ (4) كَم ، إِذْ تَجَاوَزَ عُمُقُ بَعْضِ نِقَاطِهِ الـ (5) كَم ،  
وَيَبْدُو أَنَّهُ نَشَأَ بِفِعْلِ تَبَاعُدِ حَدَثٍ بَيْنَ لَوْحَيْنِ مِنَ الْأَلْوَاحِ  
الصَّخْرِيَّةِ الَّتِي تَشَكِّلُ قِشْرَةَ كَوْكَبِ الْمَرِيخِ . وَقَدْ آدَتِ  
الْحَرَكَاتُ (التَّكُونِيَّةُ) الْبَاطِنِيَّةُ الْمُتَعَاقِبَةُ إِلَى نُشُوءِ عِدَّةِ أَوْدِيَةٍ  
ثَانَوِيَّةٍ اِنْكَسَارِيَّةٍ مُوَازِيَةٍ لِوَادِي (مارينرز) .

6. كُتْبَانٌ رَمْلِيَّةٌ وَتُرَابِيَّةٌ تَمْلَأُ سَطْحَ الْمَرِيخِ الصَّخْرَاوِيِّ ،  
وَأَكْثَرُهَا مَسَايِرٌ لِلأَوْدِيَةِ الْحَتِّيَّةِ وَالْاِنْكَسَارِيَّةِ ، تَتَشَبَّهُ بِبَنَاهَا  
صُخُورٌ وَحِجَارَةٌ وَحَصَى .

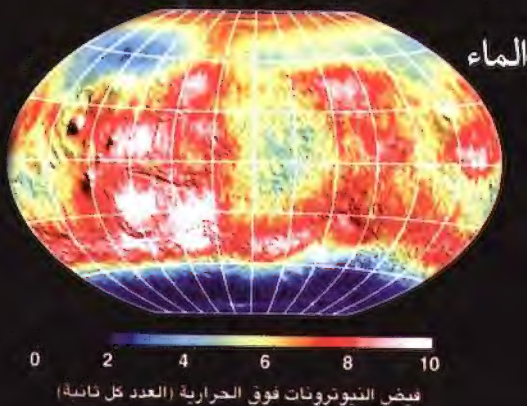




مواقع الهبوط على السطح: (1) فوهة غوسيف، (2) مريدياني بلانوم، (3) إيزيديس بلانيتيا.

الطبوغرافيا: تمتد الارتفاعات إلى (30 كم) من أدنى الأخواض (اللون الأزرق الغامض) إلى أعلى البراكين (اللون الأبيض) وللمقارنة، فإن مدى الارتفاعات على الأرض هو (20 كم) فقط. والدائرة الواسعة الزرقاء في نصف الكرة الجنوبي تمثل حوض الصدمة (هلس). وهو واحدة من كبرى الفوهات في النظام الشمسي.

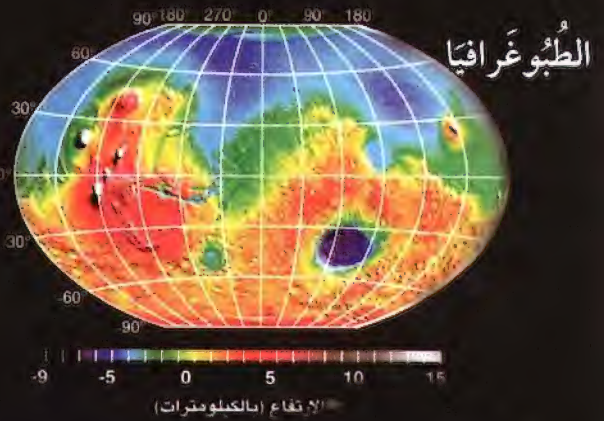
سمك القشرة: لدى دمج الخريطة الطبوغرافية في قياسات جاذبية المريخ استنتج الباحثون أن سمك القشرة المريخية الذي يساوي (40 كم) تقريباً تحت السهول الشمالية يساوي (70 كم) تحت المرتفعات الجنوبية البعيدة. والقشرة سمكية بوجه خاص (اللون الأحمر) تحت براكين (ثاوزس) العملاقة، ورقيقة (اللون الأرجواني) تحت حوض الصدمة (هلس).



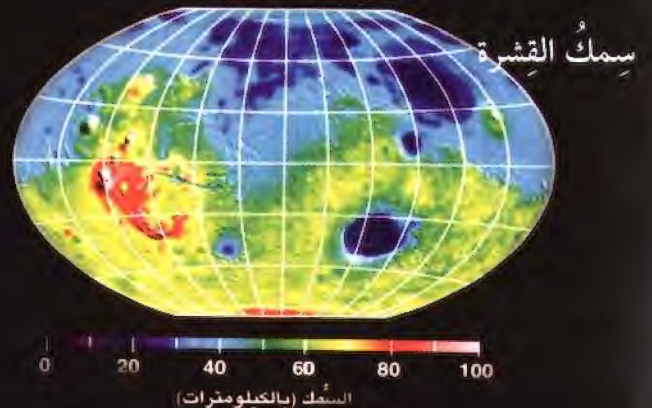
فيض النيوترونات فوق الحرارية (العدد كل ثانية)

## التضاريس على سطح المريخ

تبدو التضاريس على سطح المريخ وكأنها لوحة سريالية، وهي تشبه خريطة طبوغرافية، ولكنها حقيقية تماماً. إنها تغطي سطح منطقة كاندور شاسما الغربية، وهو وادٍ ضيقٌ مُنحدر، يُكوّن جزءاً من أخدود (مارينرز) وقد اكتشف العلماء نحو (100) طبقةٍ مُتميّزة، سمك كل منها (10) أمتار قد تكون هذه الطبقات صخوراً ترسبت جلبتها المياه، ومن المفترض أن يكون ذلك قد حدث قبل أن يتكوّن الأخدود في هذه المناطق.



اللون الحقيقي: المريخ هو أربعة عوالم في واحد: نصف الكرة الجنوبي الذي تملؤه الحفر والفوهات (وفيه شبكات وديان تشبه شبكات الأنهر)، ونصف الكرة الشمالي الأملس (مع تلميحاً إلى شاطئ قديم)، والمنطقة الاستوائية (وفيه براكين وأخاديد عملاقة)، والقبعتان (فيهما سطح غريب سريع التغير). هذه الخريطة تدمج صوراً التقطتها آلة تصوير واسعة الزاوية، مُزوَّدة بمقياس للارتفاع يبرز التفاصيل.



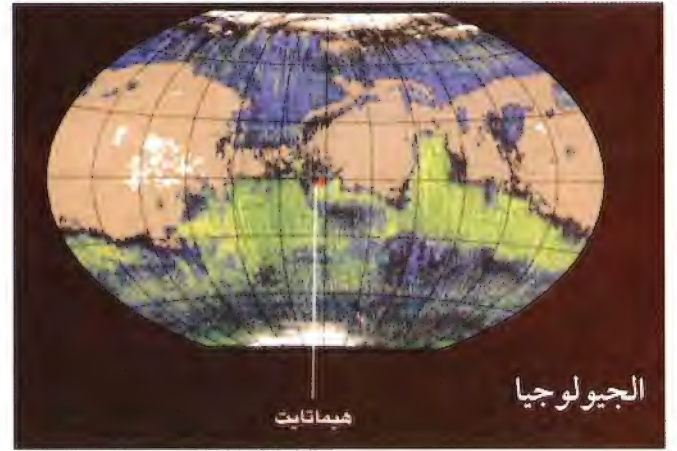
السمك (بالكيلومترات)





نظراً لوجود جاذبية على المريخ فإنه يستطيع أن يجذب الأجسام إليه ؛ هذا أول نيزك يكتشفه إنسان على سطح كوكب آخر غير كوكب الأرض. وقد تبين لدى مُعَايَنَةِ الجَوَالِ (أوبورتشيني) الذي أطلقته ناسا عام 2004م، لهذا النيزك أنه يتكون من الحديد والنيكل.

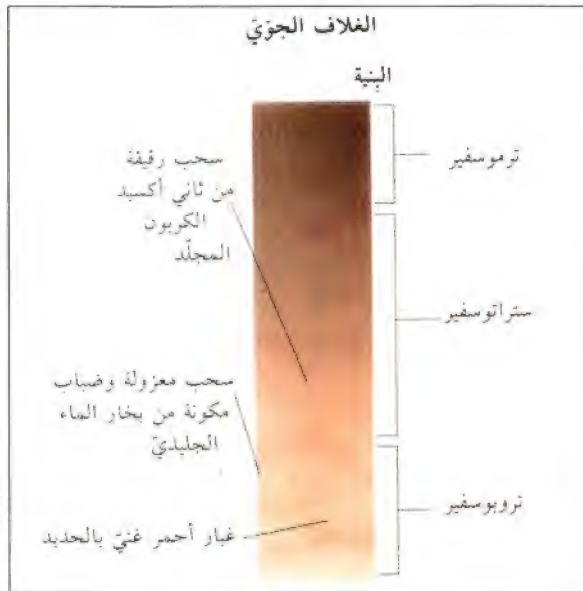
الماء : تبين النيوترونات وجود الماء في المتر العلوي من التربة. طاقة هذه الجسيمات التي تولد عندما تضرب الإشعاعات الكونية التربة، يمتصها الهيدروجين في جزيئات الماء. وتعني الندرة من النيوترون المتوسطة الطاقة (فوق الحرارية) أن التربة غنية بالماء. وكمية الماء المفترضة، وأكثرها في أقصى الجنوب، يمكن أن تملأ بحيرتين من حجم بحيرة ميتشيجان.



الجيولوجيا

هيماتايت

**الغلاف الغازي لكوكب المريخ**  
الغلاف الغازي لهذا الكوكب قليل الكثافة لدرجة كبيرة، إذ تقل كثافته عن كثافة الغلاف الغازي للأرض بنحو (1000) مرة، وهذا ما يجعل الضغط الجوي على سطحه هو الآخر خفيفاً لدرجة كبيرة، إذ لا يعادل إلا (0.02) من قيمة الضغط الجوي على سطح الأرض. وأهم العناصر الغازية التي تدخل في تركيب جو هذا الكوكب :



• ثاني أكسيد الكربون : ويشكل (95%) من مركبات جو المريخ.

الجيولوجيا : يكشف قياس الأطياف دون الحمراء أنواع الصخور، فهناك صخور بركانية بدائية بازلتية (اللون الأخضر) تغطي القسم الأكبر من نصف الكرة الجنوبي، وهناك صخور بركانية من نوع الاندسايت (اللون الأزرق) أكثر تعقيداً، تبدو منتشرة في الشمال. وقرب خط الاستواء، هناك تجمعات من الهيماتيت (اللون الأحمر)، وهو صخر معدني يتكون عادة بوجود الماء. وفي مناطق واسعة يحجب الغبار (اللون الأسمر) والسحب (اللون الأبيض) أنواع الصخور الموجودة تحتها.

### جاذبية المريخ

لا تزيد جاذبية كوكب المريخ على (0.379) من جاذبية الأرض، وذلك بسبب صغر حجمه، وقلة كثافته، بالمُقارَنة مع حجم الأرض وكثافتها.



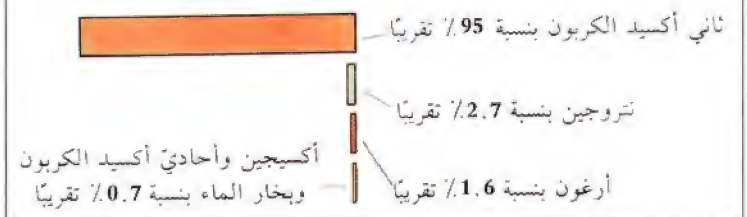
وذلك راجع إلى تروح محور هذا الكوكب أثناء دورته الانتقالية حول الشمس بفعل قوة جذب كوكب المشتري له، مما يؤدي إلى ميل محور المريخ بالتدريج لمدة (50) ألف عام، ثم رجوعه إلى وضعه الأول خلال (50) ألف عام أخرى، كما يرد أمر تلك الدورة المناخية إلى عامل آخر يتضافر مع العامل الأول، وهو تغيير كوكب المريخ لمداره حول الشمس خلال فترة يصل طولها إلى مليوني سنة. ويمر المريخ الآن بفترة المناخ البارد، بعد أن كان المناخ الحار هو السائد على سطحه، وذلك حسبما جاءت به الصور والدراسات التي قامت بها الأقمار الصناعية والمختبران (فايكنغ - 1) و(فايكنغ - 2).

ومن المشاهد الغريبة الممتعة على سطح المريخ، وفي جوه، شروق الشمس وغروبها من خلال الجو الضبابي المغبر، إذ يظهر النور حول قرص الشمس وكأنه (ميدالية) مفلطحة تحيط بها طبقات متعددة، أقربها إلى الشمس تكون ذات لون أحمر، وأبعدها عن الشمس تكون ذات لون بني داكن، إذ تتصل بالجزء المظلم من الأفق، هذا بالإضافة إلى تبخر خيوط من أشعة الشمس الذهبية في قلب ذلك الجزء المظلم من الأفق، والذي لا تمحو ظلامه كلياً فترة الشروق.

غياب الشمس على المريخ: تمكن الجوال المريخي (سبيرت) من التقاط هذه الصورة البانورامية لمشهد غياب الشمس على المريخ. وتظهر الشمس أصغر حجماً بحوالي الثلث من الشمس التي نراها على كوكب الأرض. والسبب طبعاً هو بعد المريخ عن الشمس مقارنة بالأرض، وصور مغيب الشمس على سطح المريخ تفيده بدراسة تورع الغبار في الغلاف الجوي إضافة إلى دراسة الغيوم التي تتكون من جليد الماء.

- النيتروجين (الأزوت): ويشكل (2.7%) من مركبات جو المريخ.
- الأرجون: ويشكل (1.6%) من مركبات جو المريخ.
- الأوكسجين وبخار ماء و أحادي أكسيد الكربون: ويشكل (0.7%) من مركبات جو المريخ.

تركيب الغلاف الجوي

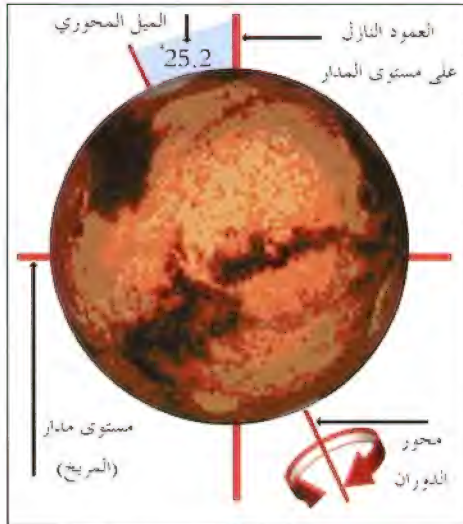


وأهم الأجسام التي تختلط بذلك التركيب الغازي هو بخار الماء الذي تقدر نسبته بـ (0.1 - 0.01) من الغازات المركبة لجو المريخ. والنسبة العليا من هاتين النسبتين لبخار الماء لا تتوفر إلا عندما يكون الفصل صيفاً.

ولعدم وجود غلاف جوي كثيف حول المريخ، يكون بمثابة مظلة تعمل على حفظ حرارة الشمس فوق سطحه، نجد أن الحرارة عليه لا تزيد على (8 - 10) درجات مئوية عند خط استوائه، وذلك في فصلي الربيع والخريف فيه، بينما تنخفض إلى (1 - 2) عند قطبيه في فصل الصيف، أما عندما يكون الفصل شتاء فإن الحرارة في المنطقة القطبية فيه تتدنى حتى تصبح (-120) درجة مئوية تحت الصفر، مما يحيل غاز (ثاني أكسيد الفحم) فيه إلى بلورات من الجليد الجاف.

وقد بينت الدراسات أن جو المريخ يتعرض لتغيرات مناخية خلال فترة يبلغ طولها (100.000) سنة، وقد تمتد تلك الفترة إلى نحو مليون سنة، إذ يتقلب مناخ الكوكب كله من مناخ حار إلى مناخ بارد، ثم يعود ليصبح حاراً ثانية.



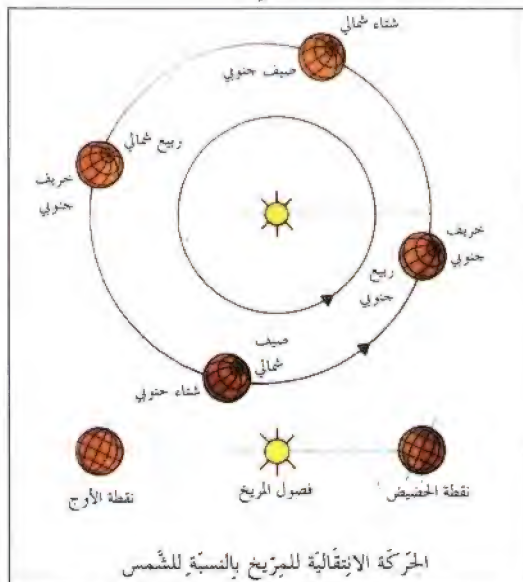


### دَوْرَةُ الْمَرِيخِ الْمَحْوَرِيَّة (اليومية)

يُنْهِي الْمَرِيخُ دَوْرَةً وَاحِدَةً حَوْلَ مَحْوَرِهِ، وَأَمَامَ النَّجْمِ، كُلَّ (24) سَاعَةً وَ(37) دَقِيقَةً، وَ(23) ثَانِيَةً، أَيْ إِنَّ يَوْمَهُ النِّجْمِيَّ أَطْوَلَ مِنْ يَوْمِ الْأَرْضِ النَّجْمِيِّ بِقَلِيلٍ، وَيَزِيدُ يَوْمُ الْمَرِيخِ الشَّمْسِيِّ قَلِيلًا عَلَى ذَلِكَ نَظَرًا لِقُرْبِ الشَّمْسِ مِنْهُ، وَبَعْدِ النَّجْمِ الْكَبِيرِ عَنْهُ.

### دَوْرَةُ الْمَرِيخِ الْإِنْتِقَالِيَّة (السَّنوية)

يُنْهِي هَذَا الْكَوْكَبُ دَوْرَةً وَاحِدَةً حَوْلَ الشَّمْسِ كُلَّ (687) يَوْمًا نَظَرًا لِبُعْدِ مَدَارِهِ عَنِ الشَّمْسِ، وَهَذَا مَا يَجْعَلُ طُولَ سَنَتِهِ أَقَلَّ مِنْ ضِعْفِ طُولِ سَنَةِ (الْأَرْضِ) تَقْرِيْبًا، إِذْ تُعَادِلُ (1.88) مِنْ سَنَةِ الْأَرْضِ.



### مَدَارُ الْمَرِيخِ

مَدَارُ هَذَا الْكَوْكَبِ أَكْثَرُ فُلْطَحَةً مِنْ مَدَارِ الْأَرْضِ، إِذْ تَبْلُغُ الْمَسَافَةُ الْقَائِمَةُ بَيْنَ بُؤَرَتَيْهِ مِقْدَارَ (0.093) مِنْ طُولِ الْقَطْرِ الْكَبِيرِ لِذَلِكَ الْمَدَارِ الَّذِي يَبْلُغُ طَوْلُهُ (455.8) مِليُونِ كِيلُومِترٍ تَقْرِيْبًا.

وَعِنْدَمَا يَكُونُ الْمَرِيخُ فِي الْأَوْجِ، فِي دَوْرَتِهِ الْإِنْتِقَالِيَّةِ حَوْلَ الشَّمْسِ، فَإِنَّهُ يَكُونُ يَوْمَهَا عَلَى مَسَافَةِ (259.4) مِليُونِ كِيلُومِترٍ، أَمَّا عِنْدَمَا يَكُونُ فِي (الْحَضِيضِ) - أَيْ فِي أَقْرَبِ نَقْطَةِ إِلَى الشَّمْسِ - فَإِنَّ الْمَسَافَةَ بَيْنَهُ وَبَيْنَهَا تَكُونُ يَوْمَهَا (196.4) مِليُونِ كِيلُومِترٍ، وَهَذَا مَا جَعَلَ نِسْبَةَ تَرَاكُزِهِ أَكْثَرَ مِنْ نِسْبَةِ تَرَاكُزِ الْأَرْضِ بِمِقْدَارِ (5.5) مَرَّاتٍ. وَيُشَكِّلُ مَدَارُ الْمَرِيخِ مَعَ مَدَارِ الْأَرْضِ، وَمَعَ دَائِرَةِ الْكُصُوفِ وَالْخُسُوفِ الْمُوَازِيَةِ لِمَدَارِ الْأَرْضِ، زَاوِيَةً قَدْرُهَا (1.51) دَرَجَةً وَإِحْدَى وَخَمْسُونَ دَقِيقَةً.

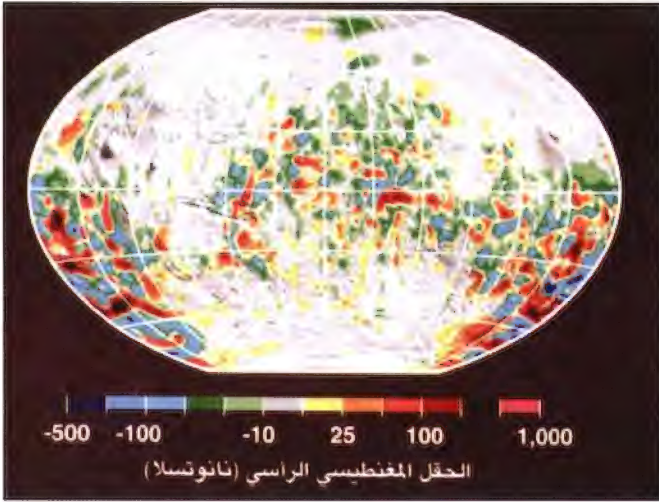


### مَيْلُ مَحْوَرِ الْمَرِيخِ عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهِ

يُشَكِّلُ مَحْوَرُ هَذَا الْكَوْكَبِ مَعَ الْعَمُودِ النَّازِلِ عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (23.59) ثَلَاثَ وَعِشْرُونَ دَرَجَةً وَتِسْعَ وَخَمْسُونَ دَقِيقَةً، أَيْ أَكْبَرُ مِنَ الزَّاوِيَةِ الَّتِي يُشَكِّلُهَا مَحْوَرُ الْأَرْضِ مَعَ مَدَارِهَا بِقَلِيلٍ. أَمَّا الزَّاوِيَةُ الَّتِي يَصْنَعُهَا الْمَحْوَرُ مَعَ ذَلِكَ الْمَدَارِ فَهِيَ (66.1) سِتِّ وَسِتُونَ دَرَجَةً وَدَقِيقَةً وَاحِدَةً.



صَغَفَ الْحَقْلَيْنِ الْمَغْنَطِيسِيَّ وَالْكَهْرَبَائِيَّ الْمُحِيطَيْنِ بِهِ، مَعَ وُجُودِ طَبَقَةٍ مِنَ الْحَدِيدِ الْمَائِعِ تَغْطِي نَوَاتِهِ. وَسِرُّ ذَلِكَ الضَّعْفِ رَاجِعٌ إِلَى ضَعْفِ مَغْنَطَةِ تِلْكَ الطَّبَقَةِ الْحَدِيدِيَّةِ الدَّائِيَّةِ فِيهِ. وَقَدْ أَكَّدَتْ ذَلِكَ، الدِّرَاسَةُ الَّتِي قَامَ بِهَا الْمُخْتَبِرَانِ الْفَضَائِيَّانِ الشُّوْفِيَّتَانِ اللَّذَانِ أُرْسِلَا إِلَى الْمَرِّخِ وَهَبَطَا عَلَى سَطْحِهِ وَهُمَا (مارس - 2) و(مارس - 3)، إِذْ كَانَتْ قُوَّةُ الْحَقْلِ الْمَغْنَطِيسِيِّ الْمُحِيطِ بِالْمَرِّخِ لَا تَزِيدُ عَلَى (1000/1) مِنَ الْمَجَالِ الْمَغْنَطِيسِيِّ الْأَرْضِيِّ.



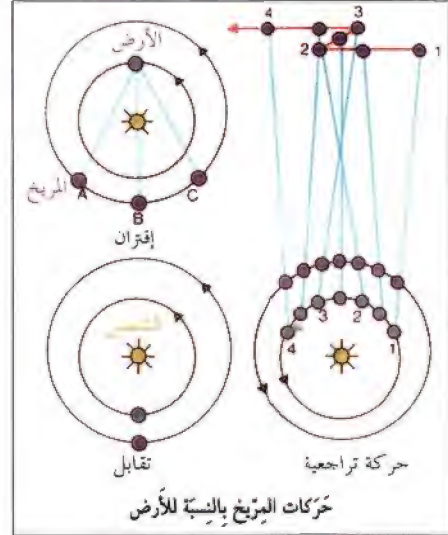
يَفْتَقِرُ الْمَرِّخُ إِلَى حَقْلٍ مَغْنَطِيسِيٍّ كَوَكْبِيٍّ، لَكِنَّ هُنَاكَ مَسَاحَاتٍ قَشْرِيَّةٌ مُمَغْنَطَةٌ بِقُوَّةٍ أَكْبَرَ مِنْ مَغْنَطِيسِيَّةِ الْقَشْرَةِ الْأَرْضِيَّةِ بِعَشْرِ مَرَّاتٍ. فِي هَذِهِ الْمَنَاطِقِ أَصْبَحَتْ الصُّخُورُ الْغَنِيَّةُ بِالْحَدِيدِ مَغْنِطٌ قَضِيبِيَّةٌ، مُوحِيَةً بِأَنَّ الْمَرِّخَ رُبَّمَا امْتَلَكَ فِي الْمَاضِي حَقْلًا شَامِلًا، عِنْدَمَا تَجَمَّدَتْ هَذِهِ الصُّخُورُ مِنَ الْحَالَةِ الْمَائِعَةِ.

### الحياة على كوكب المريخ

فِي عَامِ 1996م، تَمَّ الْإِعْلَانُ عَنْ اكْتِشَافِ شَكْلِ بَدَائِيٍّ لِلْحَيَاةِ عَلَى كَوَكْبِ الْمَرِّخِ حَيْثُ اكْتَشَفَ الْبَاحِثُونَ فِي مَرَكُزِ جُونِسُونِ الْفَضَائِيِّ التَّابِعِ لَوَكَالَةِ نَاسَا مُسْتَحَاحَاتٍ مِيكَرُويَّةً دَقِيقَةً، الصَّخْرَةُ الْمَرِّخِيَّةُ الَّتِي تُعْرَفُ بِاسْمِ النَّيْزِكِ ALH84001، مُبَيَّنَةً هُنَا فِي الشَّكْلِ (A) بِحَجْمِهَا الطَّبِيعِيِّ.

هَذَا النَّيْزِكُ مُكَوَّنٌ فِي مُعْظَمِهِ مِنْ مَعْدِنِ سَلِيكَاتِي. وَقَدْ قُطِعَتْ هَذِهِ الصَّخْرَةُ، وَمَقْطَعُهَا الْعَرْضِي مُبَيَّنٌ فِي الشَّكْلِ (B)

وَيَنْتُجُ عَنِ الدَّوْرَةِ الْإِنْتِقَالِيَّةِ لِلْمَرِّخِ فُصُولُ أَرْبَعَةٍ، مُتَوَالِيَةٌ كَتَوَالِيِ فُصُولِ الْأَرْضِ وَهِيَ: فَصْلُ الصَّيْفِ، فَصْلُ الْخَرِيفِ، فَصْلُ الشِّتَاءِ، فَصْلُ الرَّبِيعِ. مَعَ مِلَاحَظَةِ الْفَارِقِ الْحَرَارِيِّ الْكَبِيرِ بَيْنَ فُصُولِ الْأَرْضِ وَفُصُولِ الْمَرِّخِ، إِذْ رَأَيْنَا كَيْفَ أَنَّ أَعْلَى دَرَجَةَ حَرَارَةٍ فِي صَيْفِ الْمَرِّخِ، وَعِنْدَ خَطِّ اسْتَوَائِهِ، لَا تَزِيدُ عَلَى (8 - 10) دَرَجَاتٍ مِئْوِيَّةٍ، وَأَنَّهَا عِنْدَ الْقُطْبَيْنِ فِي هَذَا الْفَصْلِ تَكُونُ فِي حُدُودِ دَرَجَةٍ إِلَى دَرَجَتَيْنِ مِئْوِيَّتَيْنِ. بَيْنَمَا تَنْخَفِضُ حَرَارَةُ سَطْحِ نِصْفِهِ الشَّمَالِيِّ، أَوْ نِصْفِهِ الْجَنُوبِيِّ، عِنْدَمَا يَحِلُّ فَصْلُ الشِّتَاءِ فِي أَحَدِهِمَا، إِلَى (-120) مِئْوِيَّةٍ دُونَ الصَّفْرِ.



وَبِسَبَبِ زِيَادَةِ فَلْطَحَةِ مَدَارِ الْمَرِّخِ فَإِنَّهُ يَقْتَرِبُ مِنَ الْأَرْضِ مَرَّةً كُلَّ (16) أَوْ (17) سَنَةً، وَآخِرُ اقْتِرَابٍ لَهُ مِنَ الْأَرْضِ كَانَ عَامَ 2004م. وَفِي فِتْرَةِ الْإِقْتِرَابِ تِلْكَ، تَتَوَفَّرُ أَفْضَلُ فُرْصَةٍ لِرِصْدِهِ مِنَ الْأَرْضِ، إِذْ تَبْدُو مَعَالِمُهُ جَلِيَّةً وَبِخَاصَّةِ سَطْحُهُ الصَّخْرَاوِيِّ الْمُقْفَرُ.

### حَقْلًا الْمَرِّخِ الْمَغْنَطِيسِيَّ وَالْكَهْرَبَائِيَّ

مِنَ الدِّرَاسَةِ الَّتِي قَدَّمَهَا الْمُخْتَبِرَانِ الْفَضَائِيَّانِ اللَّذَانِ هَبَطَا عَلَى سَطْحِ الْمَرِّخِ وَهُمَا (فَابِكِنغ - 1) و(فَايَكِنغ - 2)، تَبَيَّنَ



والمُشْتَرِي، ثُمَّ خَرَجَا مِنْ نِطاقِ جاذبيَّةِ تِلْكَ الحَلَقَةِ، وَاقْتَرَبَا مِنْ  
الْمَرِيخِ الَّذِي أَسْرَهُمَا بِفِعْلِ جاذبيَّتهِ. وَهَذَانِ الْقَمَرَانِ هُمَا :

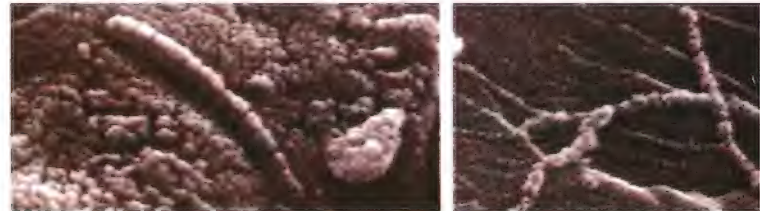
1. فوبوس (خوف) :

وَهُوَ الْقَمَرُ الْأَقْرَبُ إِلَى الْمَرِيخِ، اكْتَشَفَهُ الْعَالِمُ الْفَلَائِي  
(هال) عَامَ 1877م، أَثْنَاءَ رَصْدِهِ لِكَوْكَبِ الْمَرِيخِ. وَهُوَ  
يَدُورُ حَوْلَ هَذَا الْكَوْكَبِ عَلَى مَدَارٍ إهليلجيٍّ يَحْتُلُّ الْمَرِيخُ  
إِحْدَى بُورَتَيْهِ، لِذَا فَهُوَ يَقْتَرِبُ مِنْهُ أَثْنَاءَ دَوْرَانِهِ حَوْلَهُ تَارَةً ثُمَّ  
يَتَبَعِدُ عَنْهُ تَارَةً أُخْرَى. وَالْبُعْدُ الْوَسْطِيُّ لَهُ عَنْ هَذَا الْكَوْكَبِ  
هُوَ (9380) كم. وَهُوَ يَبْدُو كَصَخْرَةٍ صَحْمَةِ الْحَجَمِ، نَاقِصَةِ  
التَّكْوِيرِ، مُسَوَّهَةِ السَّطْحِ بِالنَّوْهَاتِ النَّيْزِكِيَّةِ. يَبْلُغُ طَوْلُ نِصْفِ  
قُطْرِ هَذَا الْقَمَرِ (14) كم. يَصْنَعُ مِحْوَرَهُ مَعَ مُسْتَوَى مَدَارِهِ زَاوِيَةً  
قَدْرُهَا (1) دَرَجَةً وَاحِدَةً. وَيَتِمُّ دَوْرَتُهُ حَوْلَ الْكَوْكَبِ خِلَالَ (7)  
سَاعَاتٍ، وَ(40) دَقِيقَةً وَ(31) ثَانِيَةً. وَصِغَرُ حَجْمِهِ يَدُلُّ عَلَى  
أَنَّهُ كَانَ كَوْكَبَةً خَرَجَتْ عَنْ مَدَارِهَا، إِذْ قَامَ الْمَرِيخُ بِأَسْرِهَا.

الْمَرِيخُ قَمَرَانِ يَدُورَانِ حَوْلَهُ، (فوبوس) و(ديموس)،  
وَيَاكُلُ هَاتَيْنِمَا طَوْرَ الْقَسَطِ، الشَّيْءَ لِمَا لَمْ يَطْفَأِ،  
عَلَى كِلَيْهِمَا كَانَا فِي الْأَصْلِ خُرْنًا مِنْ عَائِلَةِ (الْكُوَيْكَبَاتِ)  
الَّتِي تَلَوُّ عَلَى شَكْلِ حَلَقَةٍ ضَخْمَةٍ حَوْلَ الشَّمْسِ،  
ثُمَّ خَرَجَا مِنْ نِطاقِ جاذبيَّةِ تِلْكَ الحَلَقَةِ،  
وَأَقْرَبَا مِنَ الْمَرِيخِ الَّذِي أَسْرَقَهُمَا بِفِعْلِ جاذبيَّتهِ.



وَالشَّرْحُ الرَّأْسِيُّ الْمَوْجُودُ فِي الْجَانِبِ الْأَيْمَنِ الْقَرِيبِ مِنْ  
مَرَكِزِ الْوَجْهِ الْمُقْطُوعِ عِبَارَةٌ عَنْ صَدْعٍ جَرَى الْمَائِعُ فِيهِ وَرَسَبَ  
كُرَيَاتٌ مِنَ الْمَعَادِنِ الْكَرْبُونِيَّةِ. وَهَذَا الْاِكْتِشَافُ يُوحِي بِأَنَّ  
الْمَائِعَ الَّذِي انْسَابَ عَبْرَ الصَّدْعِ كَانَ يَحْوِي نَتَائِجَ اضمْحلَّالِ  
عَضُويَّاتٍ حَيَّةٍ اُحْتَجَزَتْ أَثْنَاءَ طَوْرِ تَكْوِينِهَا.



جِسْمٌ مُجْزَأً (أَعْلَى الْيَسَارِ) طَوْلُهُ (380) نانومتر، اِكْتَشِفَ فِي كَرِيَةِ كَرْبُونِيَّةٍ فِي  
النِّيزَكِ ALH84001، وَشُبَّهَ بِنَيْتِهِ الدَّقِيقَةِ الْبَكْتِيرِيَا الْمُحْتَجِزَةِ أَوْ الْمُسْتَحَاثَاتِ  
الْمِيكْرُويَّةِ الَّتِي تَوْجَدُ فِي الْأَرْضِ. وَقَدْ عُثِرَ عَلَى هَذَا النُّوعِ مِنَ الْجُسَيْمَاتِ الَّذِي  
يَبْلُغُ طَوْلُهُ (380) نانومتر أَيْضاً عَلَى عُقْمٍ (400) مِترَ تَحْتَ سَطْحِ الْأَرْضِ فِي  
وَلَايَةِ وَشْنَطْنِ وَذَلِكَ فِي تَكْوِينِ جِيُولُوجِيٍّ يُطْلَقُ عَلَيْهِ اسْمُ بَاذَلْتِ نَهْرِ كُولُومْبِيَا.

## تَوَابِعُ الْمَرِيخِ

لِلْمَرِيخِ قَمَرَانِ يَدُورَانِ حَوْلَهُ، وَيَبْدُو أَنَّهُمَا كَانَا فِي الْأَصْلِ  
جُزْءاً مِنْ عَائِلَةِ (الْكُوَيْكَبَاتِ) الَّتِي تَدُورُ عَلَى شَكْلِ حَلَقَةٍ  
ضَخْمَةٍ حَوْلَ الشَّمْسِ عَلَى مَدَارِهَا الْقَائِمِ بَيْنَ كَوْكَبَيْ الْمَرِيخِ



## 2. ديموس (رُعب) :

وَهُوَ الْأَبْعَدُ عَنِ الْمَرِيخِ، إِذْ يَبْلُغُ مُتَوَسِّطُ بُعْدِهِ عَنْهُ،  
أَثْنَاءَ دَوْرَانِهِ حَوْلَهُ، مِقْدَارَ (32.460) كم. وَمَدَارُهُ هُوَ  
الْآخَرُ إهليلجيٌّ، يَحْتُلُّ الْمَرِيخُ إِحْدَى بُورَتَيْهِ. وَهُوَ أَصْغَرُ  
مِنَ (فُوبُوس) حَجْماً، إِذْ لَا يَزِيدُ طَوْلُ نِصْفِ قُطْرِهِ عَلَى (8)  
كِيلُومِترَاتٍ. وَيَتِمُّ دَوْرَتُهُ حَوْلَ الْمَرِيخِ فِي مُدَّةِ (1) يَوْمٍ





الشمالية حيث يتوفر الماء في حالته الجليدية بكثرة. إن بعثة بشرية إلى المريخ ستسمح لرواد الفضاء بالبحث عن علامات وجود حياة على هذا الكوكب الأحمر الشكل (A) وطبقاً للخطة المباشرة لبعثة المريخ ستهبط أولاً على سطح الكوكب مركبة عودة إلى الأرض غير مأهولة، لتنجز الأعمال التحضيرية لاستقبال رواد الفضاء بعد سنتين (B) من ذلك. ومن الممكن إرسال بعثات أخرى كل سنتين، مخلفة وراءها شبكة من القواعد شبيهة بما هو ممثل هنا (C).



و(6) ساعات و(18) دقيقة و(43) ثانية. يصنع محوره مع مستوى مداره زاوية قدرها (24) دقيقة. وصغر حجمه يدل على أنه كان كوكبة خرجت عن مدارها، حيث قام كوكب المريخ بأسرها، كما فعل بالنسبة للقمر (فوبوس).

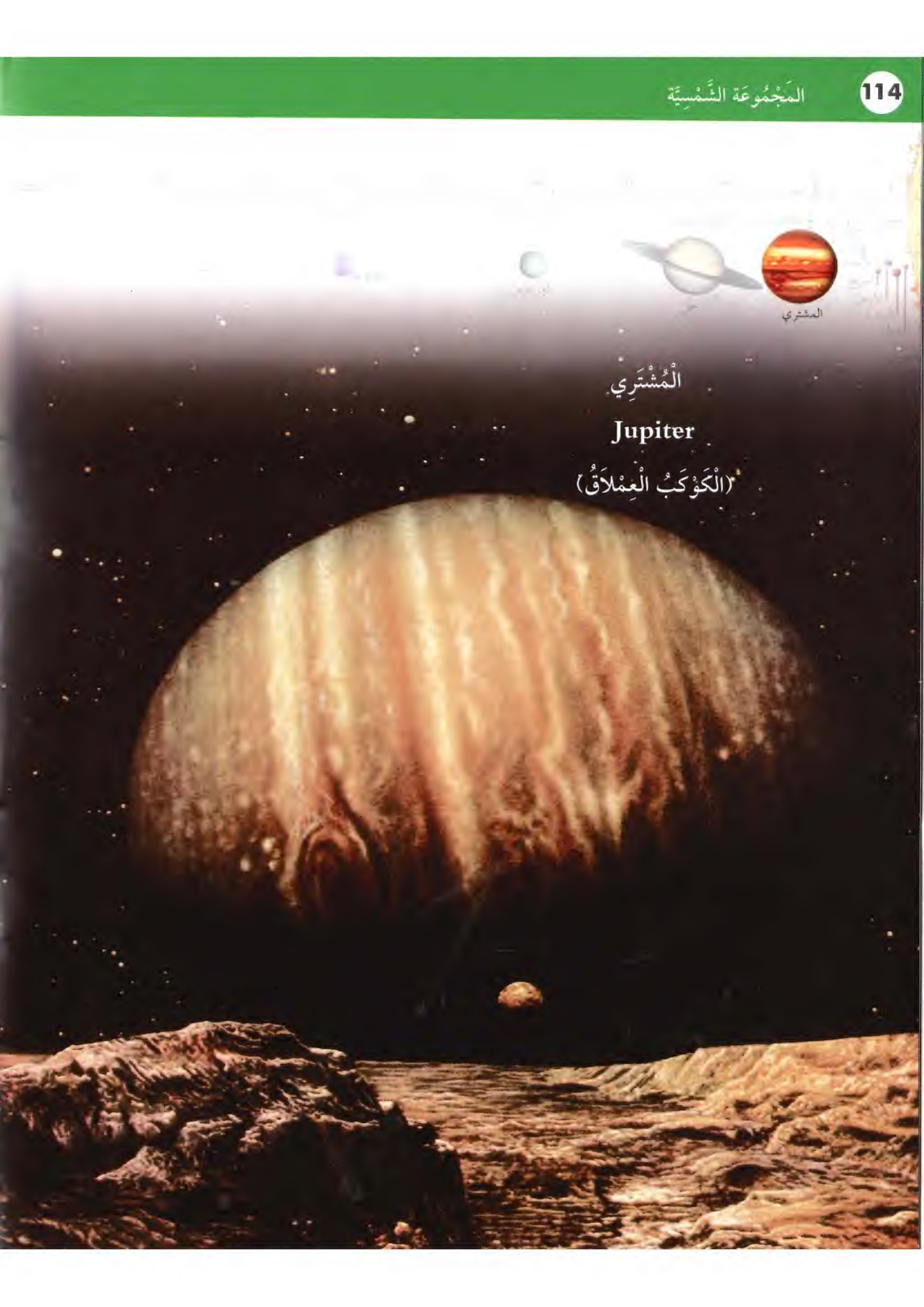
## استكشاف المريخ

في شهر تشرين الثاني من عام 2005م، أطلقت ناسا أكبر مركبة فضائية وأكثرها تعقيداً من الناحية التقنية. وقد أطلق عليها اسم «مركبة الاستكشاف المدارية» Mars Reconnaissance orbiter أو اختصاراً (MRO).



وقبل التفكير بهبوط البشر على سطح المريخ ستبدأ وكالة الفضاء الأمريكية ناسا بإرسال الروبوتات والمختبرات المعقدة المهمة. وقد أطلق على الروبوت الذي أطلقته ناسا في آب/من عام 2007م، اسم (هَابطة الفينيق) Phoenix Lander وسيكون أول مركبة تهبط في المنطقة القطبية



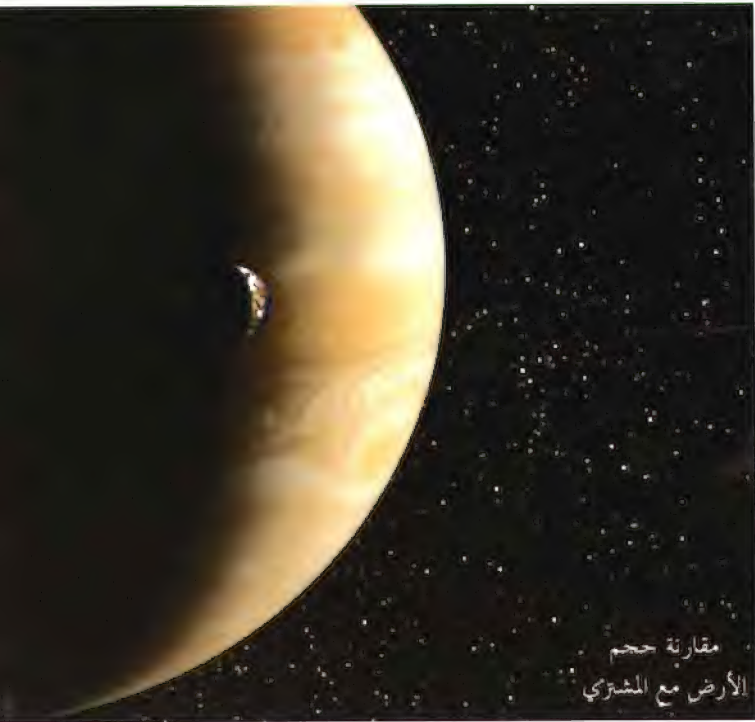


المُشْتَرِي

Jupiter

(الكوكبُ العَمَلَقُ)



مقارنة حجم  
الأرض مع المشتري

### أبعاد المشتري

يبلغ طول نصف القطر الاستوائي للمشتري (71398) كم،  
وطول نصف القطر القطبي (67103) كم، ويبلغ طول نصف  
القطر المتوسط لهذا الكوكب (69250.5) كم، ويبلغ المحيط  
الاستوائي لهذا الكوكب (448.379.44) كم.

خامس كوكب من حيث بعده عن الشمس بعد عطارد  
والزهرة والأرض والمريخ. ويبلغ البعد الوسطي بينه وبين  
الشمس (778.3) مليون كم، أي ما يعادل (5.203)  
وحدات فلكية.

ويأتي في المرتبة الأولى من حيث الحجم بين كواكب  
المنظومة الشمسية، إذ يبلغ طول نصف قطره (71398) كم،  
ويزيد حجمه بمقدار (1340) مرة على حجم الأرض تقريباً.



### شكل المشتري

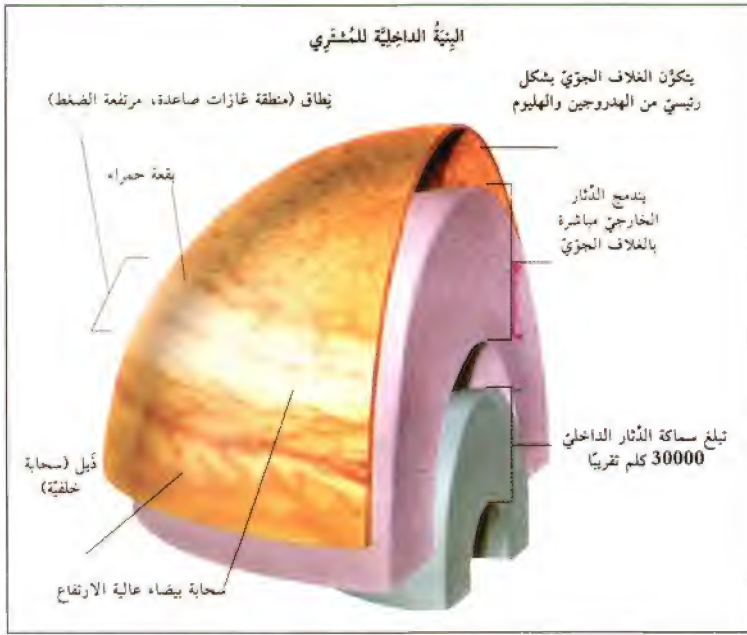
يتألف هذا الكوكب من كرة متفخخة كثيراً عند خط  
استوائها، ومفلطحة عند قطبيها، وتبلغ نسبة فلتاحتها  
(0.061)، وهو بذلك يأتي في المرتبة الثانية بعد كوكب  
زحل أكثر كواكب المنظومة الشمسية فلتطحاً.

وتفلطح المشتري ناتج عن سرعة دورته المحورية،  
أي حول نفسه مع ضخامة حجمه، إذ يتم دورته تلك خلال  
(9) ساعات و(45) دقيقة، و(30) ثانية، وهذا ما يعطي خط  
استوائه سرعة قدرها (44) كيلومتراً في الثانية، أي أسرع من  
سرعة خط الاستواء الأرضي بنحو (25) مرة.

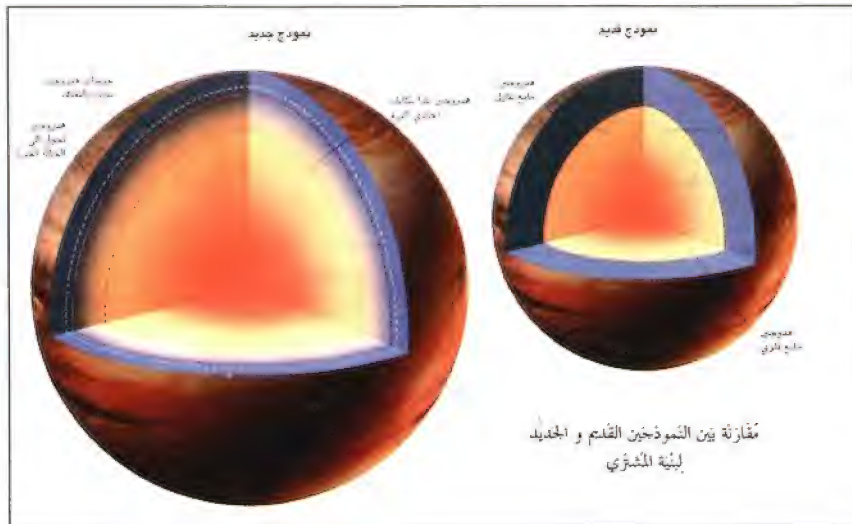


شكل أحد أقمار المشتري



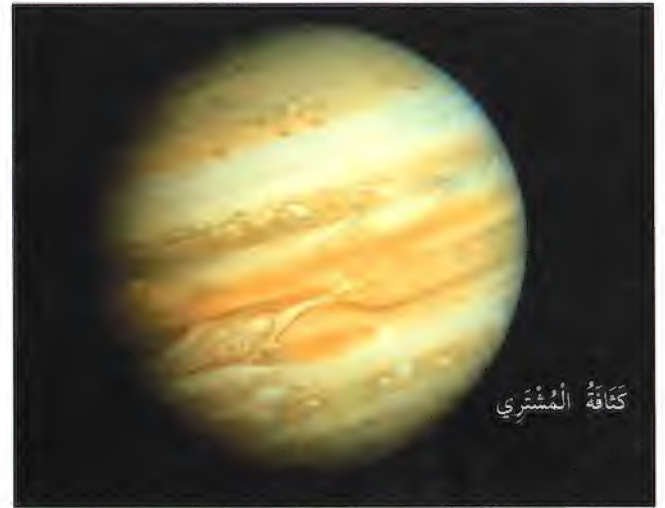


باسكال) وتصل الموصلية الكهربائية للهيدروجين السائل إلى الحد الأدنى للموصلية الفلزية تحت ضغط مقداره (140 غيغا باسكال) وفي درجة حرارة مقدّارها (4000 كلفن)، ويتحقّق هذا الضّغط على عمق نحو (7000 كم). وهذا يعني أنّ الحقل المغناطيسي للمشتري قريب من سطحه بخلاف ما كان يُظنّ سابقاً، وهو ما يُفسّر الشدّة النسبية لهذا الحقل على سطح الكوكب البالغة (10 غاوص) مقارنةً بشدّة الحقل المغناطيسي على سطح الأرض البالغة (0.5 غاوص) فقط، إذ ينشأ الحقل المغناطيسي في موقع أكثر عمقاً داخل الأرض، في قلبها الحديدي الذي يمتد فقط إلى نصف المسافة إلى سطحها.



## كثافة المشتري

برغم ضخامة حجم المشتري فإنّ كثافته لا تزيد على (1.34 غ/سم<sup>3</sup>)، وسبب ذلك أنّه كوكب مولّف في جملته من الغازات المضغوطة، ممّا يجعل الوزن المتوسط للسنتيمتر المكعب فيه لا يزيد على (1.34) غراماً. إذا ما قورنت كثلة هذا الكوكب بكثلة الأرض، وجدناها تساوي (317.89) مرّة من كثلة الأرض بسبب ضخامة هذا الكوكب برغم كثافته القليلة.



## بنية المشتري

في أواخر تسعينيات القرن العشرين أظهرت نتائج البحوث المخبرية التي قام بها باحثون أمريكيون أنّ التحوّل الذي يحصل في الهيدروجين السائل بين الصورتين الجزيئية والذرية هو عملية مستمرة، لذلك فإنّه من غير المحتمل أن تكون هناك حدود واضحة بين وشاح المشتري وقلبه.

ومن المحتمل أن يبدأ الهيدروجين الجزيئي بالتفكك عند ضغط قريب من (40 غيغا باسكال)، ثمّ يكتمل هذا التفكك تحت ضغط مقداره (300 غيغا





مِطْقَةُ التَّصَادِمِ بَيْنَ المَذْنَبِ لِفِي - شوميكِر  
وَكوكَبِ المَشْرِي

فِي آبِ عَامِ 1994 م، جَذَبَ المَشْرِي بِقُوَّةِ جاذِبِيَّتِهِ مَذْنَبَ (لِفِي - شوميكِر)  
فَحَوَّلَهُ إِلَى أَشْأَاءٍ مُتَنَازِلَةٍ فِي غِلَافِهِ الجَوِّي (الصورة السفلية).

### الْغِلَافُ الْغَازِي لِكوكَبِ المَشْرِي

بِنتِيجَةِ الدَّرَاسَاتِ الَّتِي جَاءَتْ بِهَا الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ  
وَالْمَرْكَبَاتُ الْفَضَائِيَّةُ الَّتِي أُطْلِقَتْ بِاتِّجَاهِ المَشْرِي، أَمَكَنَ  
التَّعَرُّفُ إِلَى الْغِلَافِ الْغَازِي الَّذِي يُحِيطُ بِهَذَا الْكوكَبِ،  
فَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّهُ مُحَاطٌ بِغِلَافٍ غَازِيٍّ يَبْلُغُ سُمْكُهُ حَوَالِي  
(10.000) كَم، وَأَنَّ كَثَافَةَ ذَلِكَ الْغِلَافِ تَفُوقُ كَثَافَةَ الْغِلَافِ  
الجَوِّي فِي أَيِّ كوكَبٍ آخَرَ.

وَيَتَأَلَّفُ مِنْ غَازِ (الْهَيْدُرُوجِين) فِي الدَّرَجَةِ الْأُولَى، ثُمَّ  
مِنْ غَازِ (الْهَلِيُوم) وَغَازِ (الْأَمُونِيَاك) مَعَ نِسْبَةٍ مَحْدُودَةٍ مِنْ  
غَازِي (الْمِيتَان) وَ(النَّشَادِر) السَّامِين.

### سَطْحُ المَشْرِي

إِنَّ الْمَرْكَبَاتِ الْفَضَائِيَّةَ الَّتِي كَشَفَتْ عَنْ بُنْيَانِهِ الْمُؤَلَّفَةِ  
مِنْ غَازَاتِ (الْهَيْدُرُوجِين) وَالْهَلِيُومِ وَالْأَمُونِيَاك، كَشَفَتْ عَنْ  
سَطْحِهِ وَأَنَّهُ سَطْحٌ مُنْتَظِمٌ الْإِنْحِنَاءِ، خَالٍ مِنْ كُلِّ تَشْوِيشَةٍ.



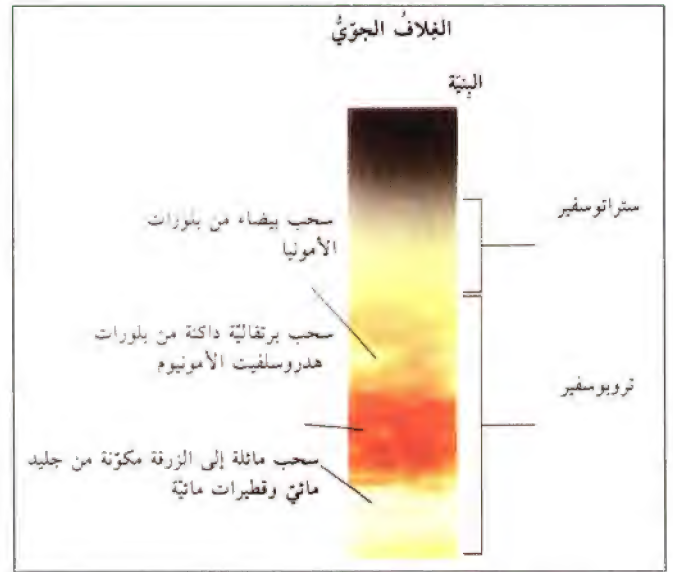
عِنْدَمَا دَخَلَ السَّابِرُ غَالِيلُو فِي أَجْوَاءِ المَشْرِي لَمْ يَصِلْ إِلَى السَّطْحِ بِسَبَبِ  
تَحَطُّمِهِ تَحْتَ الضَّغُوطِ الْعَالِيَةِ.

### جاذِبِيَّةُ المَشْرِي

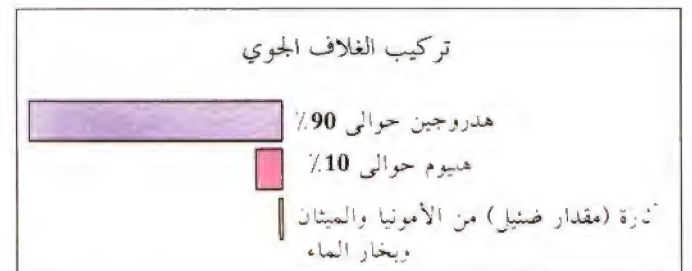
ضَخَامَةُ حَجْمِ المَشْرِي، جَعَلَتْهُ ذَا جاذِبِيَّةٍ كَبِيرَةٍ عِنْدَ  
سَطْحِهِ، تَفُوقُ جاذِبِيَّةَ جَمِيعِ الْكَوَاكِبِ الْآخَرَى، وَهِيَ تُسَاوِي  
مِقْدَارَ (2.54) مِنْ جاذِبِيَّةِ الْأَرْضِ.



وَهَذَانِ الْعَامِلَانِ يُؤَلِّدَانِ حَرَارَةً تَفُوقُ الْحَرَارَةَ الَّتِي تَصِلُ إِلَى هَذَا الْكَوْكَبِ مِنَ الشَّمْسِ، كَمَا يُسَبِّبَانِ وُجُودَ تَيَّارَاتٍ (حِمْلَانِ) غَازِيَّةٍ فِي جَوْهٍ تَرْفَعُ مَعَهَا الْحَرَارَةُ الَّتِي يُشْعُهَا ذَلِكَ السَّطْحُ نَحْوَ الطَّبَقَاتِ الْعُلْيَا، وَتُؤَدِّي هَذِهِ الْعَمَلِيَّةُ إِلَى حَدُوثِ اضْطِرَابَاتٍ كَبِيرَةٍ فِي طَبَقَاتِ الْغُيُومِ الْكَثِيفَةِ الَّتِي تَمْتَدُّ إِلَى أُلُوفِ الْكِيلُومِتَرَاتِ حَوْلَ هَذَا الْكَوْكَبِ، حَيْثُ تَظَلُّ هَائِجَةً، عَاصِفَةً، تَنْبَعِثُ مِنْهَا فَرْقَعَاتُ الرَّعْدِ الدَّائِي، وَأَشْعَةُ الْبَرْقِ الْخَاطِفِ، بِشَكْلِ لَا مَنِيْلَ لَهُ عَلَى أَيِّ كَوْكَبٍ آخَرَ مِنْ كَوَاكِبِ الْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ.



وَضَخَامَةُ حَجْمِ الْمُشْتَرِي، وَمَا نَتَجَّ عَنْهَا مِنْ جَادِبِيَّةٍ كَبِيرَةٍ، بِالإِضَافَةِ إِلَى بُعْدِهِ الْكَبِيرِ عَنِ الشَّمْسِ، كُلُّ ذَلِكَ، سَمَحَ لَهُ بِالِاخْتِفَاطِ بِذَلِكَ الْجَوِّ الْكَثِيفِ السَّمِيكِ حَوْلَهُ، وَهُوَ جَوٌّ مُتَجَمِّدٌ، بَدَأَ مِنْ سَطْحِ الْكَوْكَبِ وَحَتَّى أَعْلَى النُّقَاطِ الَّتِي يَبْلُغُهَا فِي الْجَوِّ، بِسَبَبِ الْبُرُودَةِ الشَّدِيدَةِ الَّتِي تَصِلُ عِنْدَ سَطْحِ الْمُشْتَرِي إِلَى (130-) دَرَجَةِ مِئَوِيَّةٍ تَحْتَ الصُّفْرِ وَسَطِيًّا، حَيْثُ تَبَيَّنَ أَنَّ الْحَرَارَةَ هُنَاكَ تَرْتَفِعُ أحيانًا إِلَى (120-) دَرَجَةِ مِئَوِيَّةٍ، كَمَا تَهْطُ أحيانًا أُخْرَى إِلَى (180-) دَرَجَةِ مِئَوِيَّةٍ. وَارْتِفَاعُ حَرَارَةِ الْجَوِّ فِي الطَّبَقَاتِ الْقَرِيبَةِ مِنْ سَطْحِ الْكَوْكَبِ رَاجِعٌ إِلَى أَمْرَيْنِ، هُمَا :



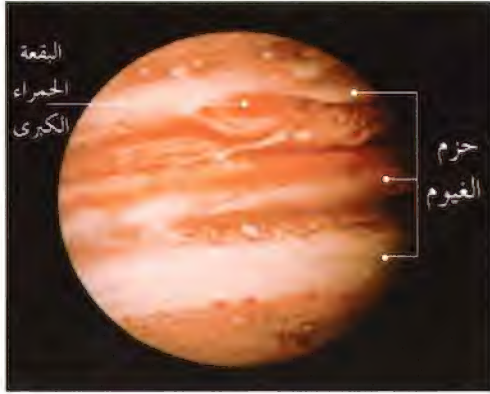
تَنْبَعِثُ مِنَ الْغُيُومِ الْكَثِيفَةِ فَرْقَعَاتُ الرَّعْدِ الدَّائِي، وَأَشْعَةُ الْبَرْقِ الْخَاطِفِ. وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ هَيَاجَ الْغِلَافِ الْغَازِيِّ لِلْمُشْتَرِي يَهْدَأُ قَلِيلًا فِي بَعْضِ السَّنِينَ لِيَعُودَ فَيَبْلُغَ ذُرْوَتَهُ فِي سِنِينَ أُخْرَى. وَأَشَدُّ فِتْرَاتِ هَيَاجِهِ الَّتِي أَمَكَّنَ رَصْدُهَا كَانَتْ فِي الْأَعْوَامِ التَّالِيَةِ : (1901 - 1910 - 1928 - 1943 - 1949 - 1952 - 1955)م، وَهِيَ فِتْرَاتٌ غَيْرُ مُنْتَظِمَةٍ كَمَا هُوَ مَلَاخَظٌ. وَتَتَأَلَّفُ الْغُيُومُ الْمُغْلَفَةُ لِجَوِّ هَذَا الْكَوْكَبِ مِنْ طَبَقَتَيْنِ أَسَاسِيَّتَيْنِ تَخْتَلِفَانِ عَنْ بَعْضِهِمَا بِنُوعِيَةِ الْغَازَاتِ الْمَوْجُودَةِ فِي كُلِّ مِنْهُمَا وَهُمَا :

أ. الطَّبَقَةُ السَّطْحِيَّةُ : وَتَتَأَلَّفُ مِنْ غَازَاتِ (النَّشَادِرِ) وَ(الْأَمُونِيَاك) وَ(الْمِيتَان)، وَكُلُّهَا غَازَاتٌ سَامَّةٌ، كَمَا أَنَّهَا

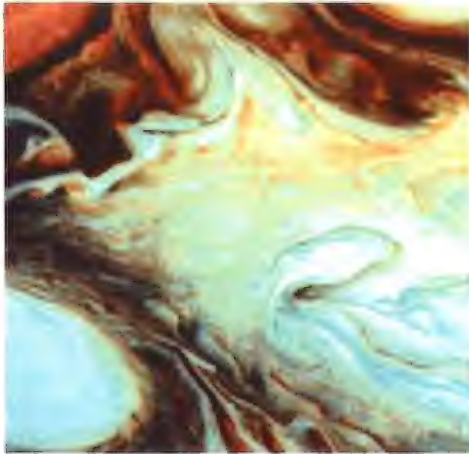
أ. التَّفَاعُلَاتُ الْقَائِمَةُ فِي بُيُوتِهِ. ب. تَقْلُصُ حَجْمِ الْكَوْكَبِ بِمِقْدَارِ (1) سَمٍ فِي كُلِّ عَامٍ وَالَّذِي يُؤَدِّي إِلَى اقْتِرَابِ سَطْحِ الْكَوْكَبِ مِنْ مَرَكَزِهِ بِذَلِكَ الْمِقْدَارِ.



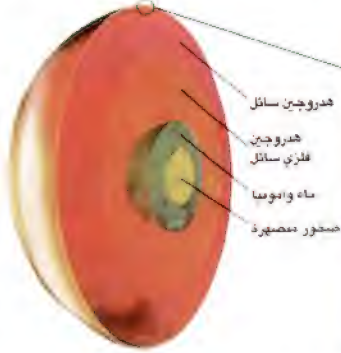
تِلْكَ الْأَقْمَارُ وَالْمَرْكَبَاتُ الْفَضَائِيَّةُ، تِلْكَ الْأَحْزِمَةُ  
الْمُوَازِيَّةُ لِحِطِّ اسْتِواءِ الْمُشْتَرِي، وَالَّتِي يَظْهَرُ بَعْضُهَا  
بِلَوْنٍ مَائِلٍ إِلَى الْبَيَاضِ، بَيْنَمَا يَظْهَرُ بَعْضُهَا الْآخَرُ بِلَوْنٍ  
بُرْتُقَالِيٍّ أَوْ بَنِّيٍّ.  
وَتُمَثِّلُ الْأَحْزِمَةُ الْبَيْضَاءُ النِّهَائِيَّةُ الْعُلْيَا لِنِيتَارَاتِ



الْحِمَلَانِ الصَّاعِدَةِ فِي جَوِّ الْمُشْتَرِي وَالِدَّافَةِ بِالنِّسْبَةِ لِمَا  
حَوْلَهَا مِنْ غَازَاتٍ، بَيْنَمَا تُمَثِّلُ الْأَحْزِمَةُ الْبُرْتُقَالِيَّةُ وَالْبَنِّيَّةُ  
الْبِدَايَاتِ الَّتِي تَأْخُذُ عِنْدَهَا تَيَّارَاتُ الْحِمَلَانِ الْبَارِدَةِ بِالْهَبُوطِ.  
الْعُيُومُ الْبَيْضَاءُ



وُحِيطُ بِطَبَقَتَيْ الْعُيُومِ تِلْكَ طَبَقَةٌ (مُتَابِعَةٌ) تُشَبِّهُ الطَّبَقَةَ  
(الْمُتَابِعَةَ) الْمُحِيطَةَ بِالْغِلَافِ الْغَازِيِّ الْأَرْضِيِّ، وَدَوْرُهَا هُنَا  
كَدَوْرِ الطَّبَقَةِ الْمُتَابِعَةِ الْأَرْضِيَّةِ، إِذْ تَقُومُ بِاقْتِنَاصِ مُعْظَمِ الْأَشْعَةِ  
الْكُونِيَّةِ الصَّادِرَةِ عَنِ الشَّمْسِ، وَمَا تَحْمِلُهُ مَعَهَا مِنْ جُزْئِيَّاتِ



مُتَجَمِّدَةً يَفْعَلُ الْبُرُودَةُ الشَّدِيدَةُ الَّتِي تَلْفُفُهَا وَالَّتِي لَا تَزِيدُ عَلَى  
(-180) دَرَجَةِ مِئْوِيَّةٍ.

ب. الطَّبَقَةُ الدَّاخِلِيَّةُ : وَتَتَأَلَّفُ مِنْ غَازِيٍّ (الْهَيْدْرُوجِينِ)  
وَالْهَلِيُومِ) الْمُتَجَمِّدَيْنِ أَيْضًا يَفْعَلُ الْبُرُودَةُ الشَّدِيدَةُ الَّتِي لَا  
تَزِيدُ عَلَى (-160) دَرَجَةِ مِئْوِيَّةٍ.

وَتَعْمَلُ هَاتَانِ الطَّبَقَتَانِ عَلَى حِفْظِ الْحَرَارَةِ الَّتِي يُشْعِثُهَا  
كَوْكَبُ الْمُشْتَرِي.

وَكَانَتْ هَاتَانِ الطَّبَقَتَانِ تُولِّفَانِ عَائِقًا كَبِيرًا أَمَامَ عَمَلِيَّةِ رَصْدِ  
سَطْحِ هَذَا الْكَوْكَبِ بِالْمُرْقَبِ إِلَى أَنْ قَامَتِ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ  
وَالْمَرْكَبَاتُ الْفَضَائِيَّةُ بِسَبْرِ الْجُزْءِ السُّفْلِيِّ مِنْ غِلَافِهِ الْجَوِّيِّ،  
بِالِإِضَافَةِ إِلَى الْكَشْفِ عَنْ سَطْحِ هَذَا الْكَوْكَبِ، وَالتَّعَرُّفِ إِلَى  
بَيْتِهِ عَنْ طَرِيقِ الْمَوْجَّاتِ الرَّادَارِيَّةِ، وَالْإِخْتِارَاتِ الَّتِي قَامَتْ بِهَا  
أَجْهَرَةُ بِالِغَةِ التَّعْقِيدِ، زُوِّدَتْ بِهَا تِلْكَ الْأَقْمَارُ وَالْمَرْكَبَاتُ.

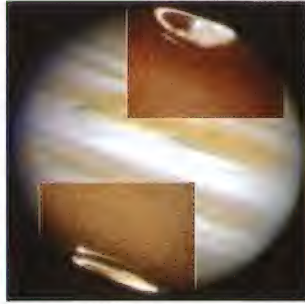


تَقَبُّ فِي السَّحَابَةِ الْعُلْوِيَّةِ لِلْغِلَافِ الْجَوِّيِّ لِلْمُشْتَرِي، حَيْثُ يَكْشِفُ الْمَنَاطِقُ  
الدَّافَةِ نِسْبِيًّا فِي أَعْمَاقِهَا، وَكَمَا هِيَ الْحَالُ فِي الصُّورِ الْمَأْخُودَةِ بِالْأَشْعَةِ تَحْتَ  
الْحِمَاءِ الْقَرِيَّةِ، فَإِنَّ الشَّحْبَ الضَّارِبَ إِلَى الرُّرْقَةِ رَقِيقَةً، وَالبَيْضَاءُ سَمِيكَةً،  
وَالضَّارِبَ إِلَى الْحُمْرَةِ عَمِيقَةً.

وَمِنْ الْأُمُورِ الَّتِي كَشَفَتْ عَنْهَا الْمُرَاقِبُ فِي الطَّبَقَةِ السَّطْحِيَّةِ  
مِنْ عُيُومِ الْمُشْتَرِي، وَالَّتِي أَكَّدَتْ وَجُودَهَا وَبَتَّتْ صُورًا عَنْهَا



الشَّفَق القطبي الشَّمالي



يُلاحَظُ تَشَكُّلُ شَفَقٍ قُطْبِيٍّ فِي  
الأَحْزِمَةِ المَغْناطِيسِيَّةِ، حَيْثُ يَصِلُ  
تَأثيرُهَا إِلَى الطَّبَقَاتِ المُتَابِعَةِ،  
وَالِى الغَلاَفِ الغَازِيِّ المُحِيطِ  
بِالمُشْتَرِي. وَتَتَأَثَّرُ الأقْمَارُ الثَّابِتَةُ  
لِلْمُشْتَرِي بِالإشعَاعَاتِ الحَامِلَةِ  
لِلإِلِكْتُرُونَاتِ المُتَطَلِّقَةِ مِنْ جَوْ هَذَا  
الكَوْكَبِ.

الشَّفَق القطبي الجنوبي

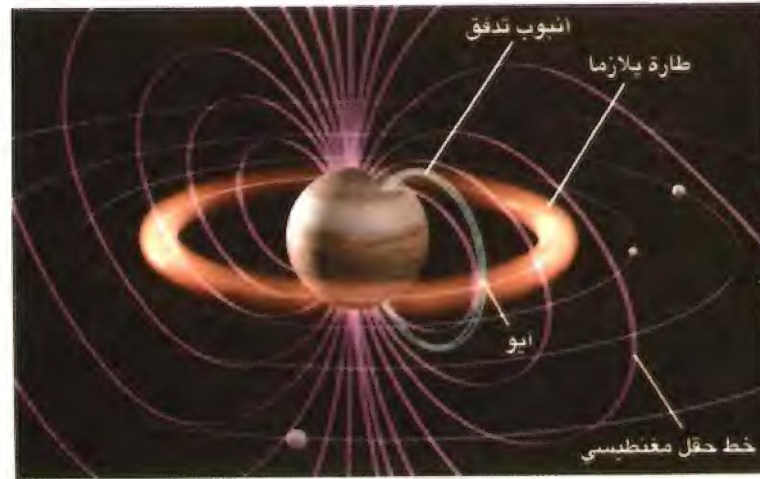
كَهَرَبَائِيَّةٍ مُتَجَهَّةٍ نَحْوَ سَطْحِ المُشْتَرِي . وَيَعْلُو تِلْكَ الطَّبَقَةُ  
المُتَابِعَةُ أَحْزِمَةُ مَغْناطِيسِيَّةٌ تُشَبِّهُ حِرَامَ (فَان آلِن) المَغْناطِيسِيَّ  
المُحِيطَ بِالأَرْضِ . وَيَعُودُ تَشَكُّلُ هَذَا الحِرَامِ حَوْلَ المُشْتَرِي  
إِلَى وُجُودِ النَّوَّةِ الحَدِيدِيَّةِ المُمَغْنَطَةِ فِيهِ، وَإِلَى وُجُودِ رِداءٍ مَائِعٍ  
فِيهِ، وَإِلَى اخْتِلَافِ سُرْعَةِ دَوْرَانِ طَبَقَاتِ المُشْتَرِي ، وَأَخِيراً  
إِلَى سُرْعَةِ دَوْرَانِ هَذَا الكَوْكَبِ - مَعَ ضَخَامَتِهِ - حَوْلَ نَفْسِهِ .  
وَيَقُومُ ذَلِكَ الحِرَامُ بِإِمْنِصَاصِ الجُزْءِ الأَكْبَرِ مِنَ الشُّعُنَاتِ

## البُقْعَةُ الحُمْراءُ الكَبِيرَةُ Great red spot



إِنَّ أَفْخَرِ مَعَالِمِ المُشْتَرِي جِلَاءُ هَذِهِ البُقْعَةُ الحُمْراءُ الَّتِي اسْتَعْرَتْ بِالشُّهُورِ فِي الغَلاَفِ الجَوِّيِّ مُنْذُ أَوَّلِ الأَزْوَاجِ  
التَّعْصِيانَةِ لِلْكَوْكَبِ، وَبِنَاءِ عَلَى العُشُورِ الَّتِي خَصَلَتْ عَلَيْهَا مَرَكِبَةُ الفِصَاءِ (فَوِيَاجر) يَبْدُو أَنَّ دَاخِلَ البُقْعَةِ  
تُسْفَعُ نَبْشاً، وَمِنْ ثَمَّ فَإِنَّ البُقْعَةَ الحُمْراءُ الكَبِيرَةَ هِيَ قُوَامَةٌ هَائِلَةٌ سُرْعَةً رَاجِحاً تَقْرُبُ مِنْ (400 كم/سا)

مِنْ الأُمُورِ المُشِيرَةِ الَّتِي حَيَّرَ العُلَمَاءَ أَمْرُهَا، وَلَمْ يَسْتَطِيعُوا  
أَنْ يَحْدُثُوا لَهَا تَفْسِيراً تَتَّفَقُ جَمِيعُ آرَائِهِمْ عَلَيْهِ، وَوُجُودُ بُقْعَةٍ  
حُمْراءَ، بِبُضُوئِيَّةِ الشَّكْلِ، تُغَطِّي مِسَاحَةً كَبِيرَةً مِنَ الجُزْءِ  
السَّطْحِيِّ لِلغَيُومِ المُغْلَفَةِ لِجَوِّ المُشْتَرِي، يَبْلُغُ طُولَ قُطْرِهَا  
الكَبِيرِ (26.000) كم، أَيْ بِطُولِ خَطِّ الإِسْتِواءِ الأَرْضِيِّ،  
كَمَا يَبْلُغُ طُولَ قُطْرِهَا الصَّغِيرِ (13.000) كم.

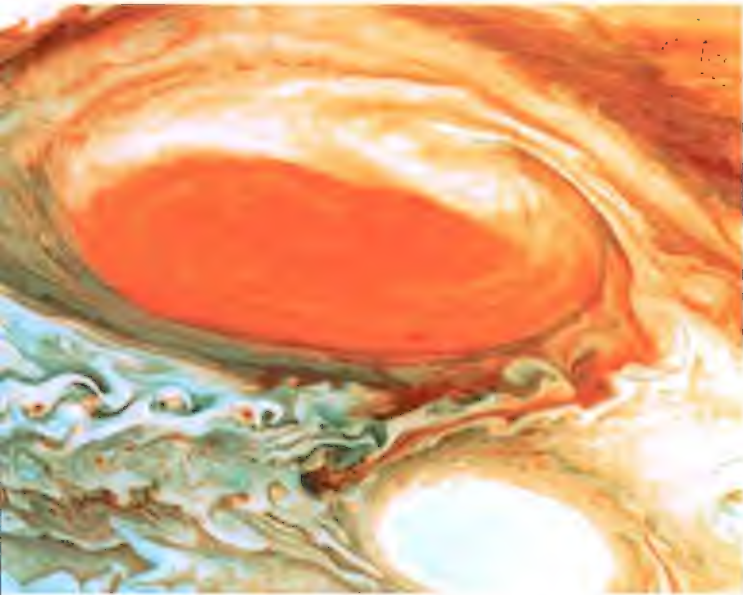


أَحْزِمَةُ المُشْتَرِي المَغْناطِيسِيَّة

الْكَهَرَبَائِيَّةِ الَّتِي تُطَلِّقُهَا الشَّمْسُ بِاتِّجَاهِ المُشْتَرِي ، مِمَّا يُؤَدِّي  
إِلَى حُدُوثِ عَوَاصِفٍ مَغْناطِيسِيَّةٍ فِي ذَلِكَ الحِرَامِ المُؤَلَّفِ مِنْ  
طَبَقَاتٍ مُتَعَدِّدَةٍ، وَيَنْتُجُ عَنْ تِلْكَ العَوَاصِفِ قَذْفٌ لِلإِلِكْتُرُونَاتِ  
الْكَهَرَبَائِيَّةِ ذَاتِ الحَرَكَةِ السَّرِيعَةِ نَحْوَ الفِصَاءِ الخَارِجِيِّ .  
وَيَزْدَادُ نَشَاطُ تِلْكَ الأَحْزِمَةِ المَغْناطِيسِيَّةِ بِصُورَةٍ دَوْرِيَّةٍ  
كُلَّ (13) شَهْراً، مِمَّا يُعْطِي تِلْكَ الإِلِكْتُرُونَاتِ فَاعِلِيَّةً أَكْبَرَ مِنْ  
الْإِنْطِلَاقِ وَالْوُصُولِ إِلَى مَسَافَاتٍ فَضَائِيَّةٍ أَكْبَرَ، حَتَّى إِنَّهَا تَبْلُغُ  
جَوَّ الكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ ، وَتُحْدِثُ فِيهِ تَشْوِيشاً يُؤَثِّرُ عَلَى المَوْجَاتِ  
الإِدَاعِيَّةِ المَبْنُوتَةِ، وَبِخَاصَّةِ المَوْجَاتِ الطَّوِيلَةِ مِنْهَا .

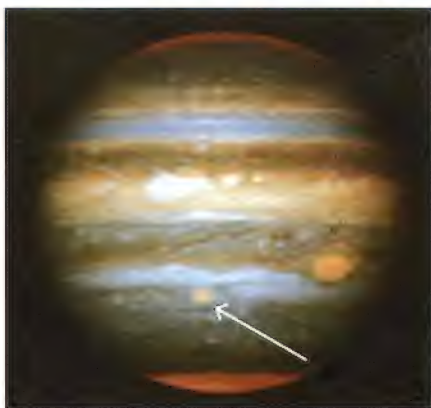


بَيْنَمَا يَرَى الْبَعْضُ الْآخَرَ مِنْهُمْ أَنَّهَا سَحَابَةٌ ضَخْمَةٌ مِنْ  
غَازٍ (النَّشَادِر) تَطْفُو فِي ذَلِكَ الْمَكَانِ، عَلَى سَطْحِ الْغُيُومِ  
الْمُغْلَفَةِ لِحِوِّ الْمُسْتَرِي، وَأَنَّ الْعَوَامِلَ الْفِيْزِيَاءِيَّةَ السَّائِدَةَ فِيهَا  
تُؤَدِّي إِلَى تَلَوِينِهَا بِذَلِكَ اللَّوْنِ الْأَحْمَرِ.

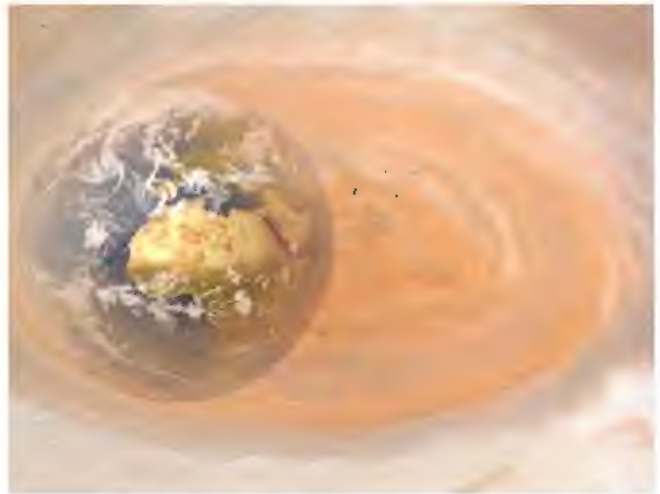


وَهُنَاكَ قِسْمٌ مِنْهُمْ يَرَى أَنَّ مُدْنَبًا ضَخْمًا، انْفَجَرَ عِنْدَ  
تِلْكَ الْمِنْطَقَةِ السَّطْحِيَّةِ مِنَ الْغُيُومِ الْمُحِيطَةِ بِحِوِّ الْمُسْتَرِي،  
فَصَبَّغَهَا بِذَلِكَ اللَّوْنِ الْأَحْمَرِ، الَّذِي سَيَزُولُ أَثَرُهُ بَعْدَ أَلُوفِ  
أَوْ عَشْرَاتِ، أَوْ مِائَاتِ أَلُوفِ السِّنِينَ.

### البُقْعَةُ الْحُمْرَاءُ الصَّغِيرَةُ Junior red spot



في مَوْضِعِ الشَّهْمِ تَقَعُ الْبُقْعَةُ الْحُمْرَاءُ الصَّغِيرَةُ.



تُسَبِّحُ الْبُقْعَةُ الْحُمْرَاءُ لِكُرَّتَيْنِ أَرْضِيَيْنِ مَعًا.

تَمَّ اكْتِشَافُهَا بِالْمَرَايِبِ مُنْذُ أَكْثَرَ مِنْ (315) سَنَةً،  
فَبَعْضُ الْعُلَمَاءِ يَرَى أَنَّهَا تُمَثِّلُ أَشَدَّ مَنَاطِقِ تِلْكَ الْغُيُومِ هَيَاجًا،  
حَيْثُ يَظَلُّ قَصْفُ الرَّعْدِ، وَلَمَعَانُ الْبَرْقِ فِيهَا مُسْتَمِرًّا لَا يَهْدَأُ،  
فَكَانَهَا بُرْكَانًا دَائِمَ التَّوْهُجِ وَالْقَصْفِ، أَوْ كَأَنَّهَا إِعْصَارٌ هَائِلٌ  
نَارِيٌّ، تَمَرَّكَزَ فِي تِلْكَ الْمِنْطَقَةِ السَّطْحِيَّةِ مِنَ الْغُيُومِ، بِسَبَبِ  
عَوَامِلَ وَظُرُوفٍ خَاصَّةٍ بِهَا.



دَاخِلُ الْبُقْعَةِ الْحُمْرَاءِ

الْبُقْعَةُ الْحُمْرَاءُ الْكَبِيرَةُ هِيَ مُنْطَوْنَةٌ ضَخْمَةٌ تَعْلُو السُّحُبَ الْمُحِيطَةَ بِقَرَابَةِ  
(30 كم) وَتَتَنَاقَصُ حَسَابِيَّةُ التَّكْوِينِ اللَّوْنِي لِكَمِيَّةِ الْمِيثَانِ عَلَى طَوْلِ خَطِّ  
الْبَصْرِ مِنَ اللَّوْنِ الْأَحْمَرِ إِلَى الْأَخْضَرِ إِلَى الْأَزْرَقِ. وَمِنْ ثَمَّ فَإِنَّ الْمَنَاطِقَ  
الْقَرْنَفَلِيَّةَ وَالْبَيْضَاءَ هِيَ الْأَعْلَى، وَالْمَنَاطِقَ الضَّارِبَةَ إِلَى الزَّرْقَةِ وَالسَّوَادِ هِيَ  
الْأَعْمَقُ. يَبْلُغُ طَوْلُ الْعَاصِفَةِ نَحْوَ (26000 كم) وَرُبَّمَا نَشَأَتْ نَتِيجَةً لِعَدَمِ  
اسْتِقْرَارِ الْجَزَائِرِ الْهَوَائِيِّ الشَّرْقِيِّ - الْغَرْبِيِّ الَّذِي يَنْطَلِقُ بِقُوَّةٍ عَلَى الْكَوْكَبِ.  
هَذَا وَتَكْبَرُ الصُّورَةُ الَّتِي تَخَيَّلُهَا الْفَنَانُ (فِي الْأَسْفَلِ) الْمَقْيَاسَ الرَّأْسِيَّ لِلرَّسْمِ  
(1000 مرة).



### مِيل مَحَوِّرِ الْمُشْتَرِي عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهِ

يَصْنَعُ مَحَوِّرُ هَذَا الْكَوْكَبِ مَعَ الْعُمُودِ النَّازِلِ عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (3.05) ثَلَاثَ دَرَجَاتٍ وَخُمُسَةَ أَجْزَاءٍ مِنْ مِئَةِ جُزْءٍ مِنَ الدَّقِيقَةِ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (3.00.3) ثَلَاثَ دَرَجَاتٍ وَ (3) ثَوَانٍ. وَيَصْنَعُ مَحَوِّرُهُ مَعَ مُسْتَوَى مَدَارِهِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (89.59.60) أَيْ تِسْعَ وَثَمَانُونَ دَرَجَةً وَتِسْعَ وَخَمْسُونَ دَقِيقَةً وَسِتُّونَ ثَانِيَةً.

### دَوْرَةُ الْمُشْتَرِي الْمَحَوِّرِيَّةُ (الْيَوْمِيَّةُ)

بِرْغَمِ ضَخَامَةِ هَذَا الْكَوْكَبِ، فَإِنَّ دَوْرَتَهُ الْمَحَوِّرِيَّةَ حَوْلَ نَفْسِهِ تَكُونُ سَرِيعَةً؛ إِذْ يُتِمُّ دَوْرَةً وَاحِدَةً حَوْلَ نَفْسِهِ وَأَمَامَ النَّجْمِ كُلِّ (9) سَاعَاتٍ وَ (55) دَقِيقَةٍ، وَيَحْتَاجُ إِلَى أَكْثَرِ مِنْ ذَلِكَ بِقَلِيلٍ كَيْ يُتِمَّ دَوْرَتَهُ حَوْلَ نَفْسِهِ أَمَامَ الشَّمْسِ لِأَنَّهُ يَكُونُ قَدْ غَيَّرَ مَوْقِعَهُ عَلَى مَدَارِهِ بِسَبَبِ قِيَامِهِ بِدَوْرَتِهِ الْإِنْتِقَالِيَّةِ حَوْلَ الشَّمْسِ؛ وَعَلَى هَذَا، يَكُونُ طُولُ يَوْمِهِ أَقَلَّ مِنْ نِصْفِ طُولِ يَوْمِ الْأَرْضِ بِنَحْوِ سَاعَتَيْنِ تَقْرِبًا.



دَوْرَةُ الْمُشْتَرِي الْمَحَوِّرِيَّةُ

فِي الشَّهْرِ 4 / 2006 م، تَمَكَّنَ الْعُلَمَاءُ مِنْ مُشَاهَدَةِ وِلَادَةِ بُقْعَةٍ حَمْرَاءَ جَدِيدَةٍ إِلَى الْجَنُوبِ مِنْ خَطِّ اسْتِوَاءِ الْكَوْكَبِ. وَقُطْرُهَا قَرِيبٌ مِنْ قُطْرِ كَوْكَبِ الْأَرْضِ، وَتُعَادِلُ نِصْفَ قُطْرِ شَقِيقَتِهَا الْأَكْبَرِ. وَمَعَ دِرَاسَةِ هَذِهِ الْبُقْعَةِ الْحَمْرَاءِ الصَّغِيرَةِ (كَمَا سَمَّاهَا الْبَعْضُ) بِالْأَشْعَةِ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ، تَبْدُو أَتَهَا وَشُمَةُ اللَّبَقَاءِ الدَّائِمِ فِي غِلَافِ الْمُشْتَرِي الْمُبْتَدِ بِالشُّحْبِ مِثْلَ شَقِيقَتِهَا الْأَكْبَرِ.

### مَدَارُ الْمُشْتَرِي

مَدَارُ هَذَا الْكَوْكَبِ مَدَارٌ إِهْلِيلَجِيٌّ، تَحْتَلُّ الشَّمْسُ إِحْدَى بُؤْرَتَيْهِ، وَيَبْلُغُ طُولُ قُطْرِهِ الْكَبِيرِ (1556.6) مِليُونِ كَمٍ، وَمُتَوَسِّطُ بُعْدِ كَوْكَبِ الْمُشْتَرِي عَنِ الشَّمْسِ أَثْنَاءَ قِيَامِهِ بِدَوْرَتِهِ الْإِنْتِقَالِيَّةِ هُوَ (778.3) مِليُونِ كَمٍ - أَيْ مَا يُعَادِلُ (5.203) وَحْدَةَ فَلَكَيَّةٍ، وَيَبْلُغُ مِقْدَارُ الْإِخْتِلَافِ الْمَرْكَزِيِّ، أَيْ مِقْدَارَ الْمَسَافَةِ بَيْنَ بُؤْرَتَيْهِ مَا يُعَادِلُ (0.048) مِنْ طُولِ قُطْرِهِ الْكَبِيرِ.

### مِيل مَدَارِ الْمُشْتَرِي عَلَى دَائِرَةِ الْكُسُوفِ

يُشَكِّلُ مَدَارُ الْمُشْتَرِي مَعَ دَائِرَةِ الْخُسُوفِ وَالْكَسُوفِ الْمُوَازِيَةَ لِحَطِّ اسْتِوَاءِ الْأَرْضِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (1.19) دَرَجَةً وَتِسْعَ عَشْرَةَ دَقِيقَةً.



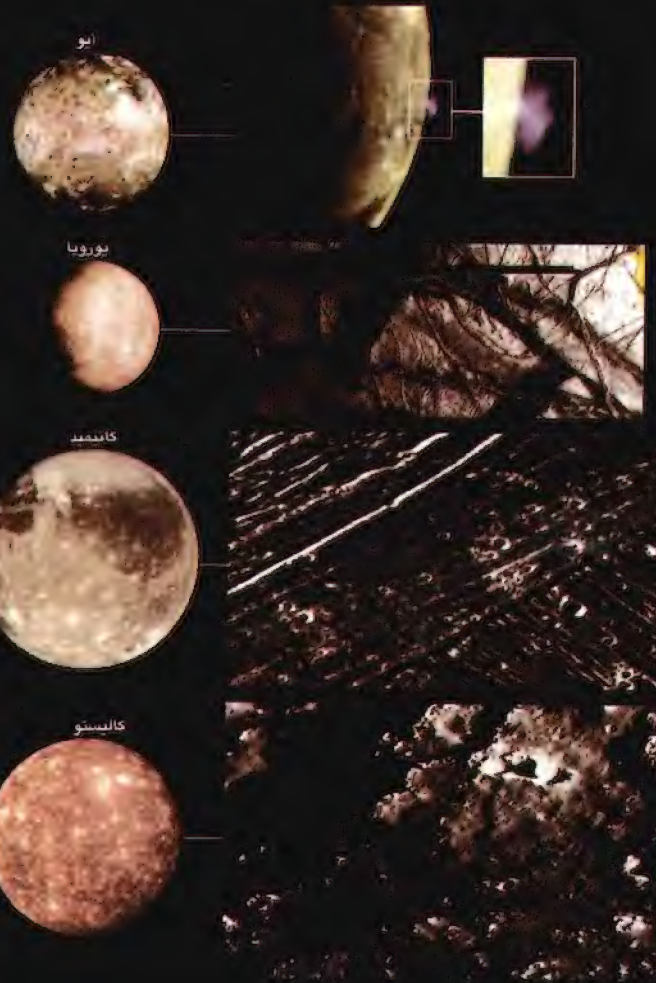


وَهُمَا تَاجِمَانِ عَنْ :

- أ. وجود نواة حديدية مُمَغْنَطَة شديدة الصلابة فيه .  
 ب. وجود طبقة من غاز (الهيدروجين) المائع،  
 وهي الطبقة التي تُشكّل السَّتَارَ أو الرِّدَاءَ في هذا الكوكب،  
 والموجودة تحت قشرته الرقيقة الصلبة المُتَجَمِّدة مباشرة .  
 ج. دورته المحورية السريعة التي يُتمُّها حول نفسه خلال  
 (9) ساعات و(49) دقيقة و(30) ثانية، برغم ضخامة حجمه .

### تَوَابِعُ الْمُشْتَرِي

لَمْ تَكْشِفِ المَرَاقِبُ الضَّخْمَةُ ، الَّتِي كَانَتْ تُوجِّهُ نَحْوَ  
 هَذَا الكوكب لِدراسته ، إِلَّا عَنْ (10) أَقْمَارٍ تَتَّبِعُهُ فَقَطْ .



### دَوْرَةُ الْمُشْتَرِي الْإِنْتِقَالِيَّةِ (السَّنَوِيَّة)

يَحْتَاجُ هَذَا الكوكبُ كَيْ يُنْهِى دَوْرَةَ وَاحِدَةً لَهُ حَوْلَ الشَّمْسِ  
 إِلَى مُدَّةٍ (11) سَنَةً وَ(317) يَوْمًا وَ(13) سَاعَةً وَ(12) دَقِيقَةً .  
 وَنَظَرًا لِضَلَالَةِ الرَّاوِيَةِ الَّتِي يَصْنَعُهَا مَحْوَرُهُ مَعَ الْعُمُودِ النَّازِلِ عَلَى  
 مُسْتَوَى مَدَارِهِ ، وَقَدْرُهَا (3) دَرَجَاتٍ وَ(3) ثَوَانٍ ، فَإِنَّ الشَّمْسَ  
 تُرْسِلُ أَشْعَتَهَا الْعُمُودِيَّةَ بِاسْتِمْرَارٍ عَلَى الْمِنْطَقَةِ الْإِسْتَوَائِيَّةِ ،  
 بَيْنَمَا تَصِلُ تِلْكَ الْأَشْعَةُ بِصُورَةٍ مَائِلَةٍ دَائِمًا إِلَى نِصْفَيْهِ الشَّمَالِيِّ  
 وَالْجَنُوبِيِّ ، مِمَّا لَا يَسْمَحُ بِنُشُوءِ أَكْثَرِ مِنْ فَصْلَيْنِ عَلَى سَطْحِهِ ،  
 وَهُمَا : صَيْفٌ دَائِمٌ عِنْدَ خَطِّ اسْتِوَائِهِ ، لَا تَزِيدُ حَرَارَتُهُ عَلَى  
 (130-) دَرَجَةِ مِئْوِيَّةٍ تَحْتَ الصَّفَرِ ، وَشِتَاءٌ دَائِمٌ فِي نِصْفَيْهِ  
 الشَّمَالِيِّ وَالْجَنُوبِيِّ ، لَا تَزِيدُ حَرَارَتُهُ عَلَى (140-) دَرَجَةِ مِئْوِيَّةٍ  
 تَحْتَ الصَّفَرِ ، هَذَا مَعَ الْأَخْذِ بِعَيْنِ الْإِعْتِبَارِ الْبُعْدَ الْكَبِيرَ لِهَذَا  
 الكوكبِ عَنِ الشَّمْسِ ، وَأَنَّهُ مُغْلَفٌ بِطَبَقَتَيْنِ كَثِيفَتَيْنِ مِنَ الْعُيُومِ ،  
 مِمَّا يَجْعَلُ الْحَرَارَةَ الْوَارِدَةَ إِلَى سَطْحِهِ مِنَ الشَّمْسِ مَعْدُومَةً  
 التَّأثير تقريبًا ، كَمَا مَرَّ مَعَنَا .



### كَهْرَبَائِيَّةٌ وَمَغْنَاطِيسِيَّةٌ سَطْحُ الْمُشْتَرِي

يُحِيطُ بِسَطْحِ الْمُشْتَرِي حَقْلَانِ : أَحَدُهُمَا كَهْرَبَائِيٌّ ،  
 وَالثَّانِي مَغْنَاطِيسِيٌّ .

إِنَّ الغلاف المغناطيسي للشمس  
 المشتري أثير من الشمس  
 ويحيط به هذا الغلاف إلى  
 خارج مدار زحل، وبمعنى ذلك  
 أنه زحل يكون في بعض  
 الأوقات بين الغلاف  
 المغناطيسي للمشتري، تدفع  
 الرياح القوية الحقل وهو ما  
 يسبب عدم التوافق فيه





## 2. القمر (آيو) :

اكتشفه العالم (غاليلو) عام 1610 م. متوسط بُعده عن المشتري (422.000 كم، نصف قطره (1830) كم، وكبر حجمه يدل على أنه قد تشكل من المخلفات الغازية والغبارية التي تركها المشتري في الفضاء المحيط به. ينهي دورته المحورية - أي حول نفسه - خلال (18) ساعة و (27) دقيقة و (20) ثانية، ومحوره عمودي على مستوى مداره.



اقتربت سفينة الفضاء غاليليو من قمر المشتري البركاني آيو عام 1995م، فالمفعول المشترك لدفاعات تحكّم غاليليو والسحب الشاقلي للقمر آيو هو الذي وضع السفينة في مدار حول المشتري.

وقد تمّ الكشف بواسطة المركبة الفضائية (بيونير-10)، التي أطلقت إلى الفضاء الخارجي عام 1973م، عن وجود غلاف رقيق، ضئيل السماكة، حول هذا القمر، إذ لا تزيد كثافته على (1/1000) مليون من كثافة جو الأرض، ويتألف من بخار (الصوديوم) المتألق بلونه الأصفر.

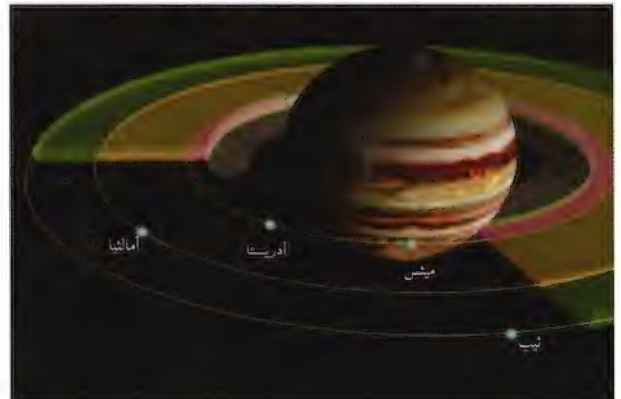


في الواقع، فهي إلى حد ما، وبحكم مواصفاتها الذاتية، تمثل كواكب، وللتابعين الداخليين، آيو ويوروبا، حجم وكثافة يُعادلان تقريباً حجم وكثافة قمر الأرض، وللتابعين الخارجيين، غايمنيد وكاليستو، حجم يساوي تقريباً حجم كوكب عطارد، لكن كثافتهما أقل كثيراً. ومع أن السفينة الفضائية غاليليو لم تهبط على هذه الأقمار ولم تُحدث فيها حفراً، إلا أنها استنتجت بُنيتهما الداخلية انطلاقاً من قواها الثقالية وحقولها المغناطيسية.

ولما تمّ إطلاق المركبات الفضائية باتجاهه لدراسته، وأهمّها (فوياجر - 1) و (فوياجر - 2) و (بيونير - 10)، تبين أنه مُحاط بحلقة تدور فوق خط استوائه بالإضافة إلى (16) قمراً تدور حوله على مدارات إهليلجية. وأهمّها حسب قُرْبها منه :

## 1. القمر (أمالثيا) :

اكتشفه العالم (برنارد) عام 1892م. متوسط بُعده عن المشتري (181.000) كم، يبلغ طول نصف قطره (80) كم، يصنع محوره مع مستوى مداره زاوية قدرها (24) دقيقة. ينهي دورته حول المشتري في مدة (11) ساعة و (57) دقيقة و (41) ثانية، وهو الآخر من الكويكبات التي خرجت عن مدارها، وقام هذا الكوكب بأسره.





وَيُفَسِّرُ قِسْمَ آخَرَ مِنَ الْعُلَمَاءِ ظَاهِرَةَ التَّلَوُّنِ الْأَصْفَرِ فِي هَذَا الْقَمَرِ إِلَى وُجُودِ نَشَاطٍ بُرْكَانِيٍّ فِيهِ، حَيْثُ تَقْدِفُ الْبَرَائِكُنُ بِأَبْخَرَةٍ كَثِيفَةٍ مِنْ مَادَّةِ الْكِبْرِيتِ بَدَلًا مِنْ صُخُورِ الْبَارِلَتِ. وَعِنْدَمَا يَخِفُّ انْدِفَاعُ الْأَبْخَرَةِ الْكِبْرِيتِيَّةِ، أَوْ يَتَوَقَّفُ، تَسْطَعُ الْبَلُورَاتُ الثَّلَاجِيَّةُ الْغَازِيَّةُ بِلَوْنِهَا الْأَبْيَضِ. وَهَذَا التَّفْسِيرُ هُوَ الْمُرَجَّحُ الْيَوْمَ عَلَى التَّفْسِيرِ الَّذِي سَبَقَهُ بَعْدَ أَنْ كَشَفَتْ الْمَرَكَبَتَانِ الْفَضَائِيَّتَانِ (فوياجر - 1) و(فوياجر - 2) عَنْ وُجُودِ عَدَدٍ مِنَ الْبَرَائِكُنِ النَّاتِرَةِ عَلَى سَطْحِ هَذَا الْقَمَرِ.

### 3. الْقَمَرُ (يُورُوبَا) :

اِكْتَشَفَهُ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ الْإِيطَالِيُّ (غَالِيلِي غَالِيلِي) عَامَ 1610م. يَبْلُغُ مُتَوَسِّطُ بُعْدِهِ عَنِ الْمُسْتَرِي (671.000) كَم، وَطُولُ نِصْفِ قَطْرِهِ (1550) كَم، يُنْهِئُ دَوْرَتَهُ حَوْلَ الْمُسْتَرِي خِلَالَ (3) أَيَّامٍ وَ(13) سَاعَةً وَ(13) ثَانِيَةً، وَمِحْوَرُهُ عَمُودِيٌّ عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهِ. يَدُلُّ كِبَرُ حَجْمِ هَذَا الْقَمَرِ عَلَى أَنَّهُ نَشَأَ مِنَ الْبَقَايَا الْغَازِيَّةِ وَالْغُبَارِيَّةِ الَّتِي خَلَفَهَا كَوْكَبُ الْمُسْتَرِي حَوْلَهُ.



وَمَظْهَرُ هَذَا الْقَمَرِ غَرِيبٌ فِي شَكْلِهِ، إِذْ يُشْبِهُ كُرَّةَ مَصْقُولَةٍ تُلَفُّهَا عَصَائِبُ قَانِمَةٍ تَبْدُو مِنْ بَيْنِهَا أَعْرَافُ بَيَضَاءٍ قَلِيلَةٍ الْإِرْتِفَاعِ. وَيَدُلُّ مَظْهَرُهُ الْغَرِيبُ هَذَا عَلَى حَدَاثَةِ تَشَكُّلِهِ، إِذْ لَمْ يَتَعَرَّضْ



وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ سَطْحَ هَذَا الْقَمَرِ غَنِيٌّ بِمَادَّةِ (كُلُورِ الصُّودِيُومِ) - أَيْ (مِلْحِ الطَّعَامِ) - وَأَنَّهُ عِنْدَمَا يَدْخُلُ جَوْ كَوْكَبِ الْمُسْتَرِي الْكَثِيفِ، وَيَحْتَكُّ بِهِ، تَتَبَخَّرُ مَادَّةُ (الصُّودِيُومِ) مُتَحَوِّلَةً إِلَى غَازٍ مُتَلَوِّنٍ لَوْنًا أَصْفَرَ يَتَحَوَّلُ أحيانًا إِلَى لَوْنٍ بُرْتُقَالِيٍّ أَوْ إِلَى لَوْنٍ أَبْيَضٍ.

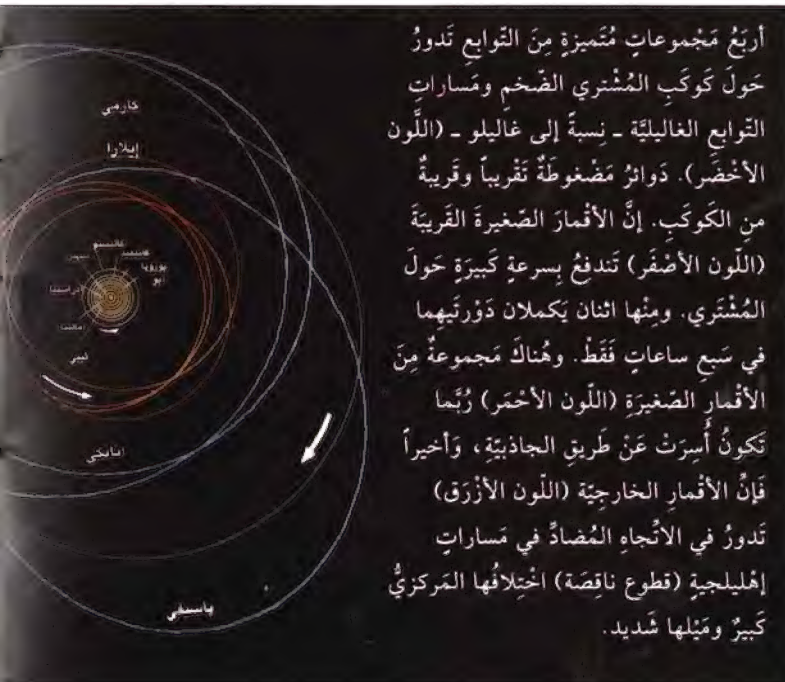




خِلَالَ (211) يَوْمًا وَ (16) سَاعَةً وَ (3) دَقَائِقَ .  
وَيَدُلُّ كِبَرُ حَجْمِهِ عَلَى أَنَّهُ مِنَ الْأَقْمَارِ الَّتِي نَشَأَتْ مِنَ الْمُخْلَفَاتِ  
الْغَازِيَةِ وَالْغُبَارِيَّةِ الَّتِي تَرَكَهَا الْمُشْتَرِي حَوْلَهُ بَعْدَ تَشَكُّلِهِ .



يُحِيطُ بِهِ غِلَافٌ غَازِيٌّ رَقِيقٌ . أَمَّا سَطْحُهُ فَمَلِيءٌ  
بِالْقَوَاهِاتِ النَّيْزِكِيَّةِ وَالْبُرْكَانِيَّةِ . وَيَبْدُو أَنَّ نَيْزَكَاً ضَخِماً اصْطَدَمَ  
بِهِ ، فَأَحْدَثَ فِي سَطْحِهِ تَمَوُّجَاتٍ تَنْتَشِرُ ضِمْنَ دَائِرَةِ مُحِيطُهَا  
حَوْلَ (1500) كَم ، حَسَبَمَا دَلَّتْ عَلَيْهِ صُورُ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ  
الَّتِي التَّقَطَّنَتْ لَهُ .

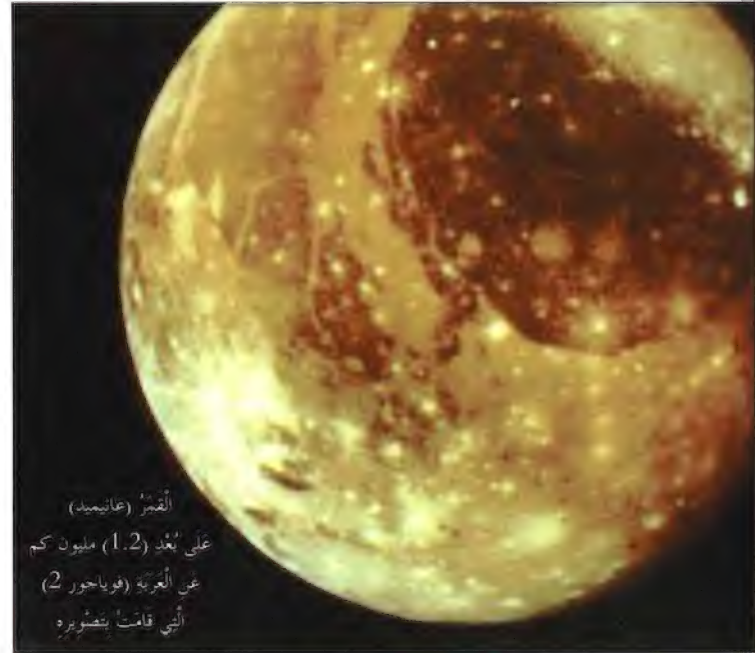


أَرْبَعُ مَجْمُوعَاتٍ مُتَمَيِّزَةٍ مِنَ التَّوَابِعِ تَدُورُ  
حَوْلَ كَوْكَبِ الْمُشْتَرِي الضَّخْمِ وَمَسَارَاتِ  
التَّوَابِعِ الْغَالِيلِيَّةِ - نَسْبَةً إِلَى غَالِيلُو - (اللون  
الأخضر) . دَوَائِرُ مَضْغُوطَةٌ تَقْرِباً وَقَرِيبَةً  
مِنَ الْكَوْكَبِ . إِنَّ الْأَقْمَارَ الصَّغِيرَةَ الْقَرِيبَةَ  
(اللون الأصفر) تَتَدَفَّقُ بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ حَوْلَ  
الْمُشْتَرِي . وَمِنْهَا اثْنَانِ يَكْمَلَانِ دَوْرَتَيْهِمَا  
فِي سَبْعِ سَاعَاتٍ فَقَطْ . وَهُنَاكَ مَجْمُوعَةٌ مِنَ  
الْأَقْمَارِ الصَّغِيرَةِ (اللون الأحمر) رُبَّمَا  
تَكُونُ أُسْرَتْ عَنْ طَرِيقِ الْجاذِبِيَّةِ ، وَآخِرُهَا  
فَإِنَّ الْأَقْمَارَ الْخَارِجِيَّةَ (اللون الأزرق)  
تَدُورُ فِي الْأَتْجَاهِ الْمُضَادِّ فِي مَسَارَاتِ  
إِهْلِيلِجِيَّةٍ (قَطُوعِ نَاقِصَةٍ) اخْتِلَافُهَا الْمَرْكَزِيُّ  
كَبِيرٌ وَمَبْلَغُهُ شَدِيدٌ .

بَعْدَ سَطْحِهِ لِلنَّبَازِكِ ، وَلِلثُّورَاتِ الْبُرْكَانِيَّةِ الَّتِي تَرَكَتْ عَلَى سَطْحِهِ  
غَيْرِهِ مِنَ الْأَقْمَارِ نُدَبَاتٍ وَقَوَاهِاتٍ نَيْزِكِيَّةٍ وَبُرْكَانِيَّةٍ . وَيُحِيطُ بِهِذَا  
الْقَمَرُ غِلَافٌ غَازِيٌّ عَلَى غَايَةِ مِنَ الرَّقَّةِ .

#### 4. الْقَمَرُ (غانيميد) :

اِكْتَشَفَهُ الْعَالِمُ (غَالِيلُو غَالِيلِيه) أَيْضاً عَامَ 1610 م . يَبْلُغُ  
مُتَوَسِّطُ بُعْدِهِ عَنِ الْمُشْتَرِي (1.070.000) كَم ، وَطُولُ  
نِصْفِ قُطْرِهِ (2640) كَم ، يَنْهِي دَوْرَتَهُ حَوْلَ الْمُشْتَرِي خِلَالَ  
(7) أَيَّامٍ وَ (3) سَاعَاتٍ وَ (43) دَقِيقَةً ، وَمِخْوَرةٌ عَمُودِيٌّ عَلَى  
مُسْتَوَى مَدَارِهِ .



يَدُلُّ كِبَرُ حَجْمِهِ عَلَى أَنَّهُ نَشَأَ مِنْ بَقَايَا الْغَازِ وَالْغُبَارِ  
الْكُونِيَّ اللَّذَيْنِ خَلَفَهُمَا كَوْكَبُ الْمُشْتَرِي حَوْلَهُ بَعْدَ تَشَكُّلِهِ .  
وَهُوَ أَكْبَرُ أَقْمَارِ الْمُشْتَرِي عَلَى الْإِطْلَاقِ حَجْماً ، كَمَا أَنَّهُ  
أَكْبَرُ مِنْ جَمِيعِ أَقْمَارِ كَوَاكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ الْآخَرَى .

#### 5. الْقَمَرُ (كاليستو) :

اِكْتَشَفَهُ الْعَالِمُ الْإِيطَالِي (غَالِيلُو غَالِيلِيه) عَامَ 1610 م .  
يَبْلُغُ مُتَوَسِّطُ بُعْدِهِ عَنِ الْمُشْتَرِي (10.880.000) كَم ،  
وَطُولُ نِصْفِ قُطْرِهِ (2500) كَم ، يَنْهِي دَوْرَتَهُ حَوْلَ الْمُشْتَرِي



#### 6. القمر (ليدا) :

اكتشفه العالم (كوال) عام 1974م. يبلغ متوسط بعده عن المشتري (11.110.000) كم، طول نصف قطره (8) كم. يتم دورته حول المشتري خلال (239) يوماً. يشكل محوره مع العمود النازل على مستوى مداره زاوية قدرها (26.24)°. وهو قمر مأسور.

#### 7. القمر (هيمالايا) :

اكتشفه العالم (بريني) عام 1904م. متوسط بعده عن كوكب المشتري (11.550.000) كم، نصف قطره (60) كم. يتم دورته حول ذلك الكوكب خلال (250) يوماً و(4) ساعات. يشكل قطره مع مستوى مداره زاوية قدرها (27.36)°. وهو قمر مأسور. يختلف عن أقمار المشتري السابقة بأن دورانه حول هذا الكوكب يكون مع الجهة التي تدور نحوها عقارب الساعة، أي بعكس جهة دوران الأقمار السابقة، وتدعى هذه الدورة بالدورة التراجعية أو العكسية أو المتخلفة.

#### 8. القمر (إيلارا) :

اكتشفه العالم (بريني) عام 1905م. متوسط بعده عن المشتري (11.700.000) كم. يبلغ طول نصف قطره (20) كم، يتم دورته حول المشتري في (259) يوماً و(16) ساعة و(48) دقيقة، يشكل محوره مع مستوى مداره زاوية قدرها (24.48)°، ودورة هذا القمر حول المشتري هي باتجاه دورة عقارب الساعة، أي أن دورته عكسية أيضاً، وهو خال من أي غلاف غازي. وصغر حجمه ودورته العكسية يشيران إلى أنه قمر مأسور، وأنه كان كويكبة أفلتت من مدارها، ووقعت في أسر المشتري عندما اقتربت منه ودخلت في نطاق جاذبيته.

#### 9. القمر (ليسيثيا) :

اكتشفه العالم الفلكي (نيكلسون) عام 1938م. متوسط

بعده عن المشتري (11.900.000) كم، طول نصف قطره (7) كم، يتم دورته حول هذا الكوكب في مدة (263) يوماً و(13) ساعة و(24) دقيقة. يشكل محوره مع مستوى مداره زاوية قدرها (29)°. وهو قمر مأسور وخال من أي غلاف غازي كالقمر (إيلارا).

#### 10. القمر (أنكانكي) :

اكتشفه العالم الفلكي (نيكلسون) عام 1951م. يبلغ طول نصف قطره (6) كم، يتم دورته حول المشتري في مدة (631) يوماً و(2) ساعتين و(24) دقيقة. يشكل محوره مع مستوى مداره زاوية قدرها (147)°، أي أن قطبه الشمالي يميل نحو الجهة المعاكسة لجهة كوكب المشتري.

دورانه حول المشتري من النوع العكسي، أي مع اتجاه دورة عقارب الساعة، ولا يحيط به أي غلاف غازي، وأصله كويكبة دخلت مجال جاذبية المشتري وقعت في أسره.

#### 11. القمر (كارمي) :

اكتشفه العالم الفلكي (نيكلسون) عام 1908م. يبلغ طول نصف قطره (7) كم، يتم دورته حول المشتري في مدة (692) يوماً و(12) ساعة، يشكل محوره مع مستوى مداره زاوية قدرها (164)°، أي أن قطبه الشمالي يميل نحو الجهة المعاكسة لجهة المشتري. وهو يدور حول الكوكب باتجاه عقارب الساعة، أي أن دورته عكسية. ليس له غلاف غازي، وهو من الأقمار المأسورة.

#### 12. القمر (باسيفاي) :

اكتشفه العالم (ميلوت) عام 1908م. يبلغ طول نصف







## شَكْلُ زُحَل

كَوْكَبٌ شَدِيدُ التَّفَلُّطِ، يَفُوقُ تَفَلُّطَهُ تَفَلُّطُحِ الْأَرْضِ  
بِكَثِيرٍ، إِذْ تَبْلُغُ نِسْبَةُ تَفَلُّطِهِ (0.098)، كَمَا أَنَّهَا تَفُوقُ  
فَلَطَحَةَ جَمِيعِ كَوَاكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ؛ وَذَلِكَ رَاجِعٌ إِلَى  
سُرْعَةِ دَوْرَانِ هَذَا الْكَوْكَبِ حَوْلَ نَفْسِهِ، مَعَ كِبَرِ حَجْمِهِ، إِذْ  
يُنْهِي تِلْكَ الدَّوْرَةَ عِنْدَ الْمِنْطَقَةِ الْإِسْتَوَائِيَّةِ الْمُتَفَتِّحَةِ خِلَالَ مُدَّةِ  
(10) سَاعَاتٍ وَ (14) دَقِيقَةً، بَيْنَمَا تَزِيدُ قَلِيلاً عَنْ ذَلِكَ فِي  
مِنْطَقَتَيْهِ الْقُطْبِيَّيْنِ الْمُفْلَطَتَيْنِ، إِذْ تَبْلُغُ مُدَّتُهَا (10) سَاعَاتٍ  
وَ (34) دَقِيقَةً.



الْكَوْكَبُ (زُحَل)  
كَمَا صُوِّرَتْهُ الْمَرْكَبَةُ (فوياجر 2)  
عَلَى بُعْدِ (21) مِلْيُونِ كَم



زُحَل

## زُحَل

Saturn

(كَوْكَبُ الْحَلَقَات)



سَادِسُ كَوْكَبٍ مِنْ حَيْثُ الْبُعْدُ عَنِ الشَّمْسِ بَعْدَ (عُطَارِدِ،  
الزُّهْرَةِ، الْأَرْضِ، الْمَرْيَخِ، الْمُشْتَرِيِّ)، وَالثَّانِي بِحَجْمِهِ بَيْنَ  
كَوَاكِبِ الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ بَعْدَ الْمُشْتَرِيِّ .  
يَبْلُغُ مُتَوَسِّطُ بُعْدِهِ عَنِ الشَّمْسِ عَلَى مَدَارِهِ حَوْلَهَا مِقْدَارَ  
(1427) مِلْيُونِ كَم، أَمَّا عِنْدَمَا يَكُونُ فِي (الْأَوْجِ) - أَيِ فِي  
أَبْعَدِ نَقْطَةٍ لَهُ عَنِ الشَّمْسِ - فَإِنَّ الْمَسَافَةَ تُصِيحُ (1507)  
مِلْيُونِ كَم، وَعِنْدَمَا يَبْلُغُ مِثْلَ مِثْلِ (الْحَضِيضِ) - أَيِ أَقْرَبِ  
نَقْطَةٍ لَهُ إِلَى الشَّمْسِ - فَإِنَّ الْمَسَافَةَ بَيْنَهُ وَبَيْنَهَا لَا تَزِيدُ عَلَى  
(1347) مِلْيُونِ كَم.



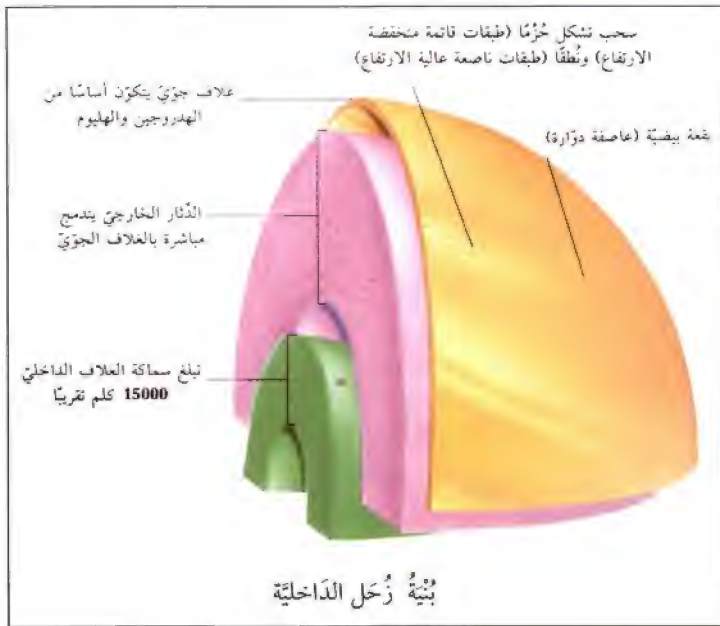
## أبعاد زحل

يبلغ طول نصف القطر الاستوائي لهذا الكوكب (60.000 كم) - أي أنه يساوي حوالي (9) أضعاف نصف قطر الكرة الأرضية - أما نصف قطره القطبي فيبلغ طوله (54120) كم، ويبلغ طول محيطه الاستوائي (376800) كم.

## كتلة زحل (وزنه)

تساوي كتلة هذا الكوكب مقدار (17 . 95) مرة من كتلة الأرض، برغم قلة كثافته، وذلك بسبب ضخامة حجمه.

## بنية زحل

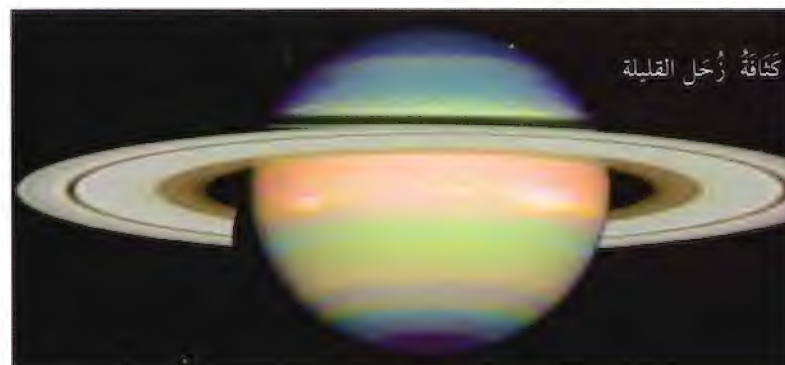


يتألف هذا الكوكب من :

- قشرة من الغازات المتجمدة، وفي مقدمتها غاز (الهيدروجين) ، و(النشادر) و(الميثان) .
- ستار يقوم تحت القشرة وحول النواة، ويتألف من غاز (الهيدروجين) السائل .
- نواة يتألف قسمها الخارجي من غاز (الهيدروجين) المتصلب تصلب المعدين بسبب الضغط الواقع عليه، أما قسمها الداخلي - أي لبها - فيتألف من معدن (الحديد) الممغنط .

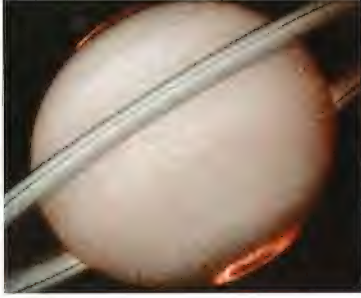
## كثافة زحل

نظراً لتكوين هذا الكوكب المؤلف من الغازات، وبخاصة من غاز (الهيدروجين)، فإن كثافته قليلة، إذ هي دون كثافة الماء، وتبلغ (0.68 غ/سم<sup>3</sup>) وهذا يعني أننا لو تمكنا من وضع هذا الكوكب فوق محيط مائي يتسع له فإنه يطفو فوق ذلك المحيط .



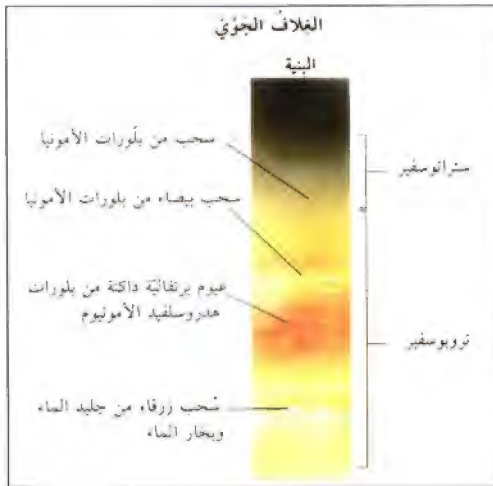


يَتَأَلَّفُ مِنْ غَازَاتٍ كَثِيفَةٍ، فِي مُقَدِّمَتِهَا غَازُ (الأمونياك) ثُمَّ (الميثان) ثُمَّ (الهيدروجين) ثُمَّ (الهيليوم)، وَهِيَ تَمْتَدُّ حَوْلَ هَذَا الْكَوْكَبِ إِلَى أُلُوفِ الْكِيلُومِتَرَاتِ.



الشفق القطبي في شمال وجنوب الغلاف الجوي لـ زحل.

وَيَكُونُ غَازُ (الأمونياك) قُرْبَ سَطْحِ هَذَا الْكَوْكَبِ مَتَجَمِّدًا؛ فَإِذَا مَا ابْتَعَدْنَا قَلِيلًا عَنْ ذَلِكَ السَّطْحِ، وَجَدْنَاهُ فِي حَالَةٍ غَازِيَّةٍ هُوَ وَغَازُ (الميثان)، وَيَعْلُو هَذَيْنِ الْغَازَيْنِ غَازُ (الهيليوم) وَغَازُ (الهيدروجين) اللَّذَانِ يُشَكِّلَانِ طَبَقَةً مِنَ الْغُبُومِ الْكَثِيفَةِ الَّتِي تُحِيطُ بِجَوِّ زَحَلِ.

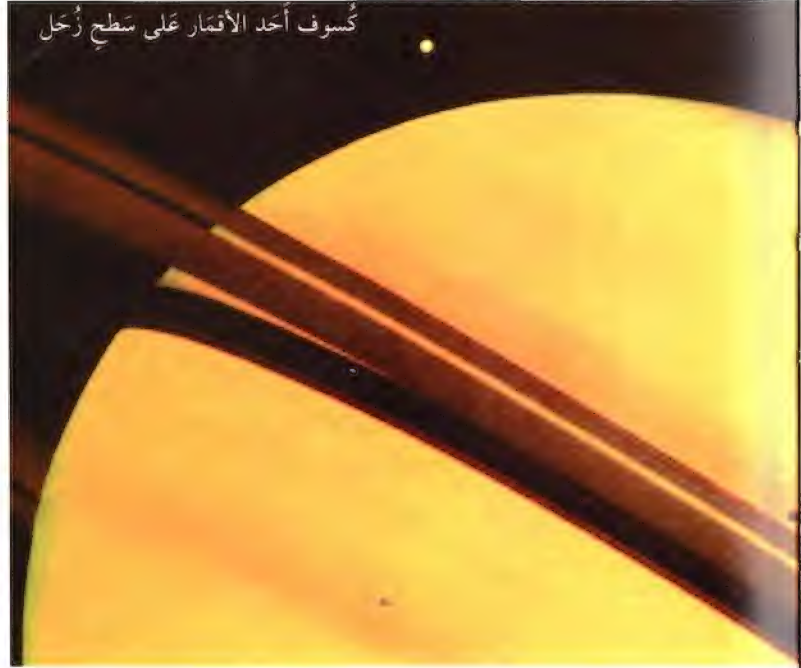


وَجَوُّ هَذَا الْكَوْكَبِ شَدِيدُ الْإِضْطِرَابِ، يَكَادُ يُشْبِهُ جَوَّ الْمُسْتَرِي، إِذْ تُوجَدُ فِيهِ تَيَّارَاتُ (حِمْلَانٍ) صَاعِدَةٍ هَابِطَةٍ بَيْنَ سَطْحِ هَذَا الْكَوْكَبِ وَالْغُبُومِ الْمُحِيطَةِ بِجَوِّهِ، وَهِيَ الَّتِي تُوَدِّي إِلَى خُدُوثِ عَوَاصِفٍ قَوِيَّةٍ مُزْمَجِرَةٍ، تَبْدُو أَنَارَهَا فِي تِلْكَ الْغُبُومِ الْمُضْطَرِبَةِ بِاسْتِمْرَارٍ، وَالَّتِي يَقْصِفُ فِيهَا الرَّعْدُ

## سَطْحُ زَحَلِ

سَطْحُ هَذَا الْكَوْكَبِ خَالٍ مِنْ كُلِّ تَجَعُّدٍ أَوْ تَضَرُّسٍ، حَتَّى لَيْكَادُ يَكُونُ أَفْلَسَ الْمَظْهَرِ، وَلَكِنَّهُ غَيْرُ مُتَمَاسِكٍ؛ وَهَذَا مَا يَجْعَلُ الدَّوْرَةَ الْمَحْوَرِيَّةَ لِلْمِنْطَقَةِ الْإِسْتَوَائِيَّةِ أَسْرَعَ بِقَلِيلٍ مِنَ الدَّوْرَةِ الْمَحْوَرِيَّةِ عِنْدَ الْقُطْبَيْنِ.

تُصَوِّرُ أَحَدَ الْأَقْمَارِ عَلَى سَطْحِ زَحَلِ



## جاذبية زحل

بِسَبَبِ كِبَرِ حَجْمِ هَذَا الْكَوْكَبِ، فَإِنَّ جاذبيته تُفُوقُ جاذبية الكُرة الأرضية، إِذْ تُعَادِلُ (1.07) مِنْ جاذبيتها.

إِنَّ جاذبية زحل الكبيرة هي التي مَكَّنَتْهُ مِنْ جَذْبِ هَذَا الْعَدَدِ الْكَبِيرِ مِنَ الْأَقْمَارِ وَالْأَعْدَادِ الْهَائِلَةِ مِنَ الْحَلَقَاتِ الصَّخْرِيَّةِ.



## الغلاف الغازي للكوكب زحل

يُشْبِهُ جَوُّ هَذَا الْكَوْكَبِ جَوَّ كَوْكَبِ الْمُسْتَرِي، إِذْ أَنَّهُ



تُصَبِّحُ (1507) مَلَايِينَ كِيلُومِترٍ، وَعِنْدَمَا يَبْلُغُ أَقْرَبَ نَقْطَةٍ لَهُ عَلَى مَدَارِهِ إِلَى الشَّمْسِ، أَيَّ عِنْدَمَا يَكُونُ فِي (الحَضِيضِ)، فَإِنَّ الْمَسَافَةَ بَيْنَهُ وَبَيْنَهَا لَا تَزِيدُ عَلَى (1347) مِلْيُونِ كَم؛ وَعَلَى هَذَا فَإِنَّ نِسْبَةَ الْإِخْتِلَافِ الْمَرْكَزِيِّ لِهَذَا الْكَوْكَبِ - أَيَّ الْمَسَافَةِ بَيْنَ بُؤْرَتَيْهِ - تُسَاوِي (160) مِلْيُونِ كَم، وَعَلَى هَذَا تَكُونُ نِسْبَةُ تَرَاكُزِهِ أَوْ إِخْتِلَافِهِ الْمَرْكَزِيِّ  $(0.056)^{(1)}$ .



### مِيلٌ مَحْوَرٍ زُحَلٍ عَلَى مَدَارِهِ

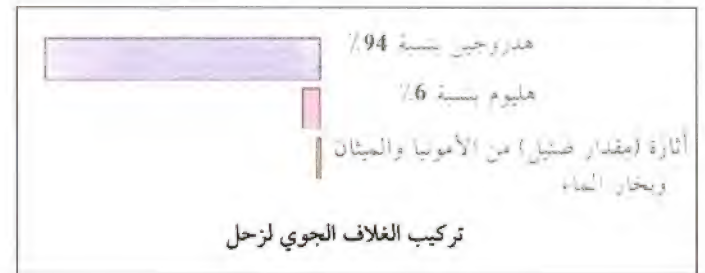
يُشَكِّلُ مَحْوَرُ هَذَا الْكَوْكَبِ مَعَ الْعُمُودِ النَّازِلِ عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهِ زَاوِيَةً قَدَرُهَا (26.24) سِتٍّ وَعِشْرُونَ دَرَجَةً وَأَرْبَعٌ وَعِشْرُونَ دَقِيقَةً. أَمَّا مِيلُ مَدَارِهِ عَلَى مُسْتَوَى دَائِرَةِ الْكُسُوفِ وَالْخُسُوفِ فَيُقَدَّرُ بِـ (2.29).



(1) الْإِخْتِلَافُ الْمَرْكَزِيُّ أَوْ نِسْبَةُ التَّرَاكُزِ: نَحْصُلُ عَلَيْهَا مِنْ تَقْسِيمِ الْبُعْدِ بَيْنَ الْبُؤْرَتَيْنِ الْقَائِمَتَيْنِ فِي مَدَارِ الْكَوْكَبِ عَلَى طُولِ الْقَطْرِ الْكَبِيرِ لِذَلِكَ الْمَدَارِ. وَالْبُعْدُ بَيْنَ الْبُؤْرَتَيْنِ: هُوَ حَاصِلُ طَرَحِ بُعْدِ الْكَوْكَبِ عَنِ الشَّمْسِ، وَهُوَ فِي الْحَضِيضِ، مِنْ يَقْدَارِ بُعْدِهِ عَنْهَا وَهُوَ فِي الْأَوْجِ. أَمَّا طُولُ الْقَطْرِ الْكَبِيرِ لِذَلِكَ الْمَدَارِ، فَنَحْصُلُ عَلَيْهِ مِنْ جَمْعِ مَسَافَةِ بُعْدِ الْكَوْكَبِ عَنِ الشَّمْسِ، وَهُوَ فِي الْحَضِيضِ، مَعَ مَسَافَتِهِ عَنْهَا وَهُوَ فِي الْأَوْجِ.



الْمُدَوِّي، وَيَلْمَعُ فِي ثَنَائِهَا الْبَرْقُ الْخَاطِفُ. وَقَدْ تَمَّ الْكَشْفُ عَنْ وُجُودِ تَيَّارَاتٍ هَوَائِيَّةٍ سَطْحِيَّةٍ عَاصِفَةٍ تُمَاشِي طَرَفِي خَطِّ الْإِسْتَوَاءِ، تَصِلُ سُرْعَتُهَا إِلَى (1800) كَم فِي السَّاعَةِ.



لَقَدْ قَدَّرَتِ الدَّرَاسَاتُ النَّظَرِيَّةُ الْحَرَارَةَ فِي جَوِّ زُحَلٍ بِـ (180-) دَرَجَةٍ مِثْوِيَّةٍ تَحْتَ الصَّفَرِ، إِلَّا أَنَّ السَّبْرَ الَّذِي قَامَتْ بِهِ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ وَالْمَرْكَبَاتُ الْفَضَائِيَّةُ بَيَّنَتْ أَنَّ حَرَارَةَ جَوْهِ هِيَ فِي حُدُودِ (145-) دَرَجَةٍ مِثْوِيَّةٍ، وَاسْتَدَلَّ الْعُلَمَاءُ مِنْ ذَلِكَ عَلَى أَنَّ النِّشَاطَ الْإِشْعَاعِيَّ الصَّادِرَ عَنْ بَاطِنِ هَذَا الْكَوْكَبِ هُوَ السَّرُّ فِي إِرْتِفَاعِ حَرَارَتِهِ إِلَى هَذَا الْقَدْرِ.

### مَدَارُ زُحَلٍ

مَدَارُ هَذَا الْكَوْكَبِ حَوْلَ الشَّمْسِ مَدَارٌ إِهْلِيلَجِيٌّ تَحْتَلُّ الشَّمْسُ إِحْدَى بُؤْرَتَيْهِ، وَالْبُعْدُ الْوَسْطِيُّ لِهَذَا الْكَوْكَبِ عَنِ الشَّمْسِ هُوَ (1427) مِلْيُونِ كَم، أَيَّ مَا يُعَادِلُ (9.539) وَحْدَاتٍ فَلَكَيَّةٍ. أَمَّا عِنْدَمَا يَبْلُغُ زُحَلُ نَقْطَةَ الْأَوْجِ، وَهِيَ أَبْعَدُ نَقْطَةٍ لَهُ عَنِ الشَّمْسِ عَلَى مَدَارِهِ، فَإِنَّ الْمَسَافَةَ بَيْنَهُ وَبَيْنَهَا



زَاوِيَّةً قَدْرُهَا (24. 26)، أَيَّ أَنَّ مِحْوَرَ هَذَا الْكَوْكَبِ يَصْنَعُ مَعَ مُسْتَوَى الْمَدَارِ زَاوِيَّةً قَدْرُهَا (16. 63) ثَلَاثٌ وَسِتُّونَ دَرَجَةً وَسِتَّ عَشْرَةَ دَقِيقَةً، وَهُوَ مِثْلُ كَافٍ لِحُصُولِ أَرْبَعَةِ فُصُولٍ خِلَالَ الدَّوْرَةِ الْإِنْتِقَالِيَّةِ لِأَيِّ كَوْكَبٍ حَوْلَ الشَّمْسِ شَرِيطَةً أَنْ يَكُونَ مُتَأَثِّرًا بِحَرَارَتِهَا.

**الْحَقْلَانِ الْكَهْرَبَائِيَّ وَالْمَغْنَطِيسِيَّ لِكَوْكَبِ زُحَلِ**  
لَقَدْ نَشَأَ حَقْلَانِ، أَحَدُهُمَا كَهْرَبَائِيٌّ وَالثَّانِي مَغْنَطِيسِيٌّ، يُحِيطَانِ بِالْكَوْكَبِ زُحَلِ نَتِيجَةً وَجُودِ لُبٍّ مِنَ الْحَدِيدِ الْمُمَغْنَطِ فِي قَلْبِ نَوَاةِ هَذَا الْكَوْكَبِ، بِالإِضَافَةِ إِلَى وَجُودِ سِتَارٍ مُحِيطٍ بِالنَّوَاةِ، مُؤَلَّفٍ مِنَ (الْهَيْدُرُوجِينِ) الْمَضْغُوطِ السَّائِلِ، وَسُرْعَةٍ دَوْرَانِ هَذَا الْكَوْكَبِ حَوْلَ نَفْسِهِ.



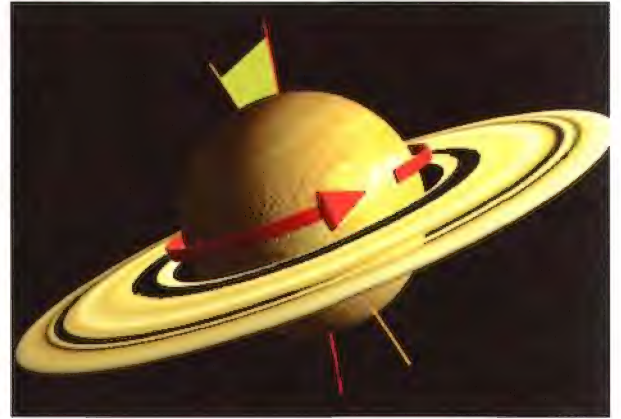
كُرَةُ زُحَلِ الْمَغْنَطِيسِيَّةِ

تَمْتَدُّ كُرَةُ زُحَلِ الْمَغْنَطِيسِيَّةِ إِلَى الْأَعْلَى مَسَافَةً (1.5 مليون كم) بِاتِّجَاهِ الشَّمْسِ، وَمَسَافَةً أَكْبَرَ مِنْ ذَلِكَ مِنْ (10 - 100) مَرَّةً بِالاتِّجَاهِ الَّذِي تَبْتَعُدُ فِيهِ عَنِ الشَّمْسِ. وَتَسْمُ هَذِهِ الْكُرَةُ بِتَنَاطُرٍ أَكْبَرَ مِنْ تَنَاطُرِ الْكُرَةِ الْمَغْنَطِيسِيَّةِ لِلْمُشْتَرِي، وَتُولَدُ قَدْرًا أَقَلَّ بِكَثِيرٍ مِنَ الصَّجِيجِ الزَّادِيَوِيِّ.

### تَوَابِعُ زُحَلِ

بِالإِضَافَةِ إِلَى الْأَقْفَامِ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَ هَذَا الْكَوْكَبِ، وَعَدَدُهَا (47) قَمَرًا، فَإِنَّ (9) تِسْعَ حَلَقَاتٍ تَدُورُ فِي الْأُخْرَى حَوْلَهُ، وَعَلَى مُوَارَاةِ حَظٍّ اسْتِثْنَائِيٍّ.

**الدَّوْرَةُ الْمِحْوَرِيَّةُ لِكَوْكَبِ زُحَلِ أَمَامَ الشَّمْسِ**  
نَظَرًا لِعَدَمِ تَمَاسُكِ سَطْحِ هَذَا الْكَوْكَبِ، فَإِنَّ دَوْرَتَهُ الْمِحْوَرِيَّةَ أَوْ الْيَوْمِيَّةَ لَا تَكُونُ مُدَّتُهَا وَاحِدَةً، وَإِنَّمَا تَكُونُ أَقْصَرَ زَمَنًا فِي الْمِنْطَقَةِ الْإِسْتِوَائِيَّةِ مِمَّا هِيَ عَلَيْهِ فِي الْمِنْطَقَتَيْنِ الْقُطْبِيَّتَيْنِ بِقَلِيلٍ. وَهَكَذَا نَجِدُ أَنَّ طُولَ يَوْمِ الْمِنْطَقَةِ الْإِسْتِوَائِيَّةِ عَلَى هَذَا الْكَوْكَبِ يُسَاوِي (10) سَاعَاتٍ وَ(14) دَقِيقَةً، بَيْنَمَا يَصِلُ طَوْلُهُ فِي الْمِنْطَقَتَيْنِ الْقُطْبِيَّتَيْنِ إِلَى (10) سَاعَاتٍ وَ(40) دَقِيقَةً.



وَيَخْتَلِفُ اتِّجَاهُ دَوْرَانِ هَذَا الْكَوْكَبِ عَنِ الاتِّجَاهِ الَّذِي تَدُورُ نَحْوَهُ مُعْظَمُ كَوَاكِبِ الْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، إِذْ يَدُورُ مَعَ اتِّجَاهِ عَقَارِبِ السَّاعَةِ، وَهِيَ الدَّوْرَةُ الَّتِي دَعَاها الْعُلَمَاءُ (الدَّوْرَةُ التَّرَاجُعِيَّةُ أَوْ الْعَكْسِيَّةُ أَوْ الْمُتَخَلِّفَةُ)، بَيْنَمَا تَكُونُ دَوْرَةُ مُعْظَمِ الْكَوَاكِبِ الْأُخْرَى بِعَكْسِ اتِّجَاهِ عَقَارِبِ السَّاعَةِ.

**الدَّوْرَةُ الْإِنْتِقَالِيَّةُ لِكَوْكَبِ زُحَلِ حَوْلَ الشَّمْسِ**  
يُمُّ هَذَا الْكَوْكَبِ دَوْرَتَهُ الْإِنْتِقَالِيَّةَ حَوْلَ الشَّمْسِ فِي مُدَّةِ (29) سَنَةً وَ(171) يَوْمًا وَ(13) سَاعَةً وَ(12) دَقِيقَةً.

وَلَوْ أَنَّ هَذَا الْكَوْكَبَ كَانَ واقِعًا عَلَى مَسَافَةٍ مِنَ الشَّمْسِ تَسْمَحُ لَهُ بِالِاسْتِفَادَةِ مِنْ حَرَارَتِهَا لَحَدَّثَتْ فِيهِ فُصُولٌ أَرْبَعَةٌ كَفُصُولِ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ، إِنَّمَا يَبْلُغُ طُولُ كُلِّ مِنْهَا مُدَّةَ (7) سَنَوَاتٍ وَ(4) أَشْهُرٍ وَ(15) يَوْمًا تَقْرِيبًا، وَذَلِكَ لِأَنَّ مِحْوَرَ هَذَا الْكَوْكَبِ يَصْنَعُ مَعَ الْعُمُودِ النَّازِلِ عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهِ



يَسْتَطِيعُ الْعُلَمَاءُ الْفَلَائِكِيُّونَ حَلَّ أَمْرِ هَذَا اللَّغْزِ حَتَّى الْيَوْمِ، وَمَا إِذَا كَانَ ذَلِكَ نَاشِئًا عَنْ طَبِيعَةٍ بُنِيَتْهُ أَوْ بِسَبَبِ تَدَخُّلِ عَوَامِلٍ خَارِجِيَّةٍ أَدَّتْ إِلَى تَغْطِيَةِ وَجْهِهِ بِهِذَيْنِ اللَّوْنَيْنِ الْمُتَعَاكِسَيْنِ.

## 2. الْقَمَرُ (مِيماس):

اِكْتَشَفَهُ الْعَالِمُ الْفَلَائِكِيُّ (هَرِشَل) عَامَ 1789م. مُتَوَسِّطُ بُعْدِهِ عَنْ زُحَلٍ (186.000) كَم، طُولُ نِصْفِ قُطْرِهِ (200) كَم، يُتِمُّ دَوْرَتَهُ حَوْلَ زُحَلٍ فِي مُدَّةٍ (22) سَاعَةً وَ (36) دَقِيقَةً وَ (28) ثَانِيَةً، يَمِيلُ مِحْوَرُهُ عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهِ بِمِقْدَارٍ (1.30) دَرَجَةٍ وَثَلَاثِينَ دَقِيقَةً، وَتَعْمُ سَطْحُهُ الْقَوَاهِثَ النَّيْزَكِيَّةَ، أَشْهَرُهَا قَوْهَةُ هَرِشَل.



ميماس



## 3. الْقَمَرُ (إِنْسِيلَادُوس):

اِكْتَشَفَهُ الْعَالِمُ (هَرِشَل) عَامَ 1789م. نِصْفُ قُطْرِهِ (300) كَم، وَ مُتَوَسِّطُ بُعْدِهِ عَنْ زُحَلٍ (238.000) كَم، يُتِمُّ دَوْرَتَهُ حَوْلَ هَذَا الْكَوْكَبِ فِي مُدَّةٍ (1) يَوْمٍ وَ (8) سَاعَاتٍ وَ (52) دَقِيقَةً وَ (48) ثَانِيَةً، وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ مِحْوَرَهُ عَمُودِيَّ عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهِ.



إِنَّ الْأَقْمَارَ الصَّغِيرَةَ الْمُتَهَادِيَةَ (النُّقَاطَ الصَّغِيرَةَ الْبَعِيدَةَ) عَلَى طُولِ خَلَقَاتِ زُحَلٍ، مَسْؤُولَةٌ عَنْ كَثِيرٍ مِنَ التَّعْقِيدَاتِ الْمَوْجُودَةِ فِي نِظَامِ هَذَا الْكَوْكَبِ. الشَّمْسُ تَسْطَعُ عَبْرَ فَاصِلٍ كَاسِيْنِي، وَتُؤَمِّضُ حَوْلَ خَلَقَاتِ زُحَلِ الْخَارِجِيَّةِ الْبَاهِيَّةِ.

أَهَمُّ أَقْمَارِ زُحَلٍ هِيَ الْأَقْمَارُ التَّالِيَةُ الْمُرْتَبَّةُ حَسَبِ بُعْدِهَا عَنْهُ، وَكُلُّهَا تَدُورُ حَوْلَهُ عَلَى مَدَارَاتٍ اِهْلِيلَاجِيَّةٍ يَحْتَلُّ الْكَوْكَبُ زُحَلُ إِحْدَى بُؤُرَتَيْهَا:

## 1. الْقَمَرُ (هُوِي جَانِس) أَوْ (جَابِيَت):

اِكْتَشَفَهُ الْعَالِمُ (دُولْفِيُوس) عَامَ 1966م. يَبْلُغُ مُتَوَسِّطُ بُعْدِهِ عَنْ زُحَلٍ مِقْدَارَ (169.000) كَم، نِصْفُ قُطْرِهِ (100) كَم، يُتِمُّ دَوْرَتَهُ حَوْلَ هَذَا الْكَوْكَبِ خِلَالَ (7) أَيَّامٍ وَ (17) سَاعَةً وَ (4) دَقَائِقٍ وَ (57) ثَانِيَةً، وَمِحْوَرُهُ عَمُودِيٌّ عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهِ.



## أَقْمَارُ زُحَلِ الْمُرْتَبَّةُ بِحَسَبِ خَلْقِهَا

وَالْغَرِيبُ فِي هَذَا الْقَمَرِ أَنَّ لَوْنَ وَجْهِهِ الْأَوَّلِ أَبْيَضُ كَالثَّلْجِ، أَمَّا لَوْنُ وَجْهِهِ الثَّانِي فَهُوَ أَسْوَدُ دَاكِنٍ؛ وَلَمْ



## 5. القمر (ديون):

اكتشفه العالم (كاسيني) عام 1684م. يبلغ طول نصف قطره (400) كم، ويبعد عن زحل مسافة (377.000) كم، يُتم دورته حول هذا الكوكب خلال (2) يومين و(17) ساعة و(41) دقيقة و(16) ثانية، محوره عمودي على مستوى مداره، وسطحه مليء بالفوهات النيزكية.



ديون

في حزيران 2006م، أعلنت وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) أنّ السّابر الفضائي (كاسيني) عثر على أدلة لوجود محيط من المياه الدافئة تحت القشرة الجليدية المتجمدة (لانسيلادوس) الذي يدور حول زحل.



القمر إنسيلادوس

## 6. القمر (ريا):

اكتشفه العالم (كاسيني) عام 1672م. يبلغ طول نصف قطره (750) كم، ويبعد عن زحل مقدار (527.000) كم، يُتم دورته حول هذا الكوكب خلال (4) أيام و(12) ساعة و(25) دقيقة و(55) ثانية، محوره مائل على مستوى مداره ويشكل معه زاوية قدرها (24) دقيقة، وسطحه مليء بالفوهات النيزكية.



ريا



نوحات مداخل

## 4. القمر (تيش):

اكتشفه العالم الفلكي (كاسيني) عام (1684)م. يبلغ طول نصف قطره (500) كم، متوسط بعده عن زحل (295.000) كم، يُتم دورته حول هذا الكوكب خلال (1) يوم و(23) ساعة و(18) دقيقة و(43) ثانية، يشكل محوره مع مستوى مداره زاوية قدرها (1.6). وقد شوّهت سطحه الفوهات النيزكية.



تيش



إناكا كارما



### 7. الْقَمَرُ (تَيْتَان) :

اِكْتَشَفَهُ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (هَوِيْغْنَز) عَامَ 1655م. يَبْلُغُ طَوْلُ نِصْفِ قُطْرِهِ (2900) كَم، فَهُوَ اكْبَرُ أَقْمَارِ زُحَل.



يَبْلُغُ مُتَوَسِّطُ بُعْدِهِ عَنِ زُحَلِ (1.22) مِلْيُونِ كَم، يُتِمُّ دَوْرَتَهُ حَوْلَ هَذَا الْكَوْكَبِ خِلَالَ (15) يَوْمًا وَ(22) سَاعَةً وَ(48) دَقِيقَةً، يُشَكِّلُ مِحْوَرُهُ مَعَ مُسْتَوَى مَدَارِهِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (18) دَقِيقَةً.



الغلاف الجوي للقمر تيتان

وَهُوَ الْقَمَرُ الْوَحِيدُ بَيْنَ أَقْمَارِ زُحَلِ، الْمُحَاطَ بِغِلَافٍ جَوِّيٍّ يَمْتَدُّ مِنْ سَطْحِهِ وَحَتَّى ارْتِفَاعِ (500) كَم، وَيَتَأَلَّفُ مِنْ طَبَقَتَيْنِ، هُمَا :

أ. الطَّبَقَةُ السُّفْلَى : وَتُحْنُهَا (250) كَم، وَتَتَأَلَّفُ مِنْ بِلُورَاتِ الْقَحْمِ الْمَائِيَّةِ الْمُتَجَمِّدَةِ، وَهِيَ ذَاتُ مَظْهَرٍ ضَبَائِيٍّ كَثِيفٍ.

ب. الطَّبَقَةُ الْعُلْيَا : وَسُمْكُهَا (250) كَم أَيْضًا، وَتَتَأَلَّفُ مِنْ غَازِ (الْأَزَوْت).

وَقَدْ بَلَغَتْ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ الْمُسَجَّلَةِ عَلَى سَطْحِ هَذَا الْقَمَرِ (182-) دَرَجَةً مِئْوِيَّةً تَحْتَ الصُّفْرِ. أَمَّا ضَغْطُهُ الْجَوِّيُّ عِنْدَ سَطْحِهِ فَهُوَ أَعْلَى مِنْ ضَغْطِ جَوِّ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ.

وَقَدْ أَعْلَنَ الْعِلْمَاءُ فِي تَشْرِينِ الْأَوَّلِ 2006م، أَنَّ الْمِيَاءَ الَّتِي كَانَ يُعْتَقَدُ بِوُجُودِهَا عَلَى سَطْحِهِ مَا هِيَ إِلَّا كَثْبَانٌ رَمْلِيَّةٌ.

### 8. الْقَمَرُ (هَيْبَرِيُون) :

اِكْتَشَفَهُ الْعَالِمُ (بُونْد) عَامَ 1848م. يَبْلُغُ طَوْلُ نِصْفِ قُطْرِهِ (200) كَم، وَهُوَ يَبْعُدُ عَنِ الْكَوْكَبِ زُحَلِ مَسَافَةً (1.480.000) كَم، يُتِمُّ دَوْرَتَهُ حَوْلَ هَذَا الْكَوْكَبِ خِلَالَ (21) يَوْمًا وَ(6) سَاعَاتٍ وَ(43) دَقِيقَةً، وَ(12) ثَانِيَةً. يُشَكِّلُ مِحْوَرُهُ مَعَ مُسْتَوَى مَدَارِهِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (24) أَرْبَعٌ وَعِشْرُونَ دَقِيقَةً.

### 9. الْقَمَرُ (أَيَابَيْتُوس) :

اِكْتَشَفَهُ الْعَالِمُ (كَاسِينِي) عَامَ 1671م. يَبْلُغُ طَوْلُ نِصْفِ قُطْرِهِ (750) كَم، وَيَبْعُدُ عَنِ كَوْكَبِ زُحَلِ مَسَافَةً (3.560.000) كَم. يُتِمُّ دَوْرَتَهُ حَوْلَ هَذَا الْكَوْكَبِ خِلَالَ (79) يَوْمًا وَ(7) سَاعَاتٍ وَ(55) دَقِيقَةً وَ(12) ثَانِيَةً، وَيُشَكِّلُ مِحْوَرُهُ مَعَ مُسْتَوَى مَدَارِهِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (14.42).







نظرية تشكيل حلقات زحل

تَشَكَّلَتْ حَلَقَاتُ زُحَلٍ نَتِيجَةَ ارْتِطَامِ نَبْزِكَ ضَخْمٍ بِأَحَدِ أَقْمَارِهِ (يُعَادِلُ حَجْمَ مِيمَاس) أَثْنَاءَ تَشَكُّلِهِ، فَجَعَلَهُ يَنْائِرُ أَشْأَاءَ مُتَفَرِّقَةً.

كَمَا تَبَيَّنَ أَنَّ الْحَلَقَةَ الْأَسَاسِيَّةَ الْعُلْيَا قَلِيلَةُ السَّمَاكَةِ بِالْمُقَارَنَةِ مَعَ بَقِيَّةِ الْحَلَقَاتِ، وَأَنَّ كُلَّ حَلَقَةٍ مِنَ الْحَلَقَاتِ الْأَسَاسِيَّةِ وَالثَانَوِيَّةِ مُؤَلَّفَةٌ مِنْ أُلُوفِ الْحَلَقَاتِ الدَّقِيقَةِ الَّتِي تَفْصِلُ بَيْنَهَا حَلَقَاتٌ ثَانَوِيَّةٌ دَقِيقَةٌ، وَأَنَّ تِلْكَ الْحَلَقَاتِ تَكَادُ تَخْتْفِي عَنْ عَيْنِ الرَّاصِدِ عِنْدَمَا تَقَعُ عَلَى مُسْتَوَى خَطِّ بَصَرِهِ، بَيْنَمَا تَبْدُو وَاضِحَةً تَمَامًا عِنْدَمَا تُشَكَّلُ رَاوِيَةً مَعَ ذَلِكَ الْخَطِّ، وَذَلِكَ رَاجِعٌ إِلَى قِلَّةِ عَرْضِهَا الَّذِي لَا يَزِيدُ عَلَى (15) كَم.



في هذا المقطع العرضي لكل حلقات زحل، فإن عدد هذه الحلقات بلغ (100000) حلقة مفردة.

### بُنْيَةُ حَلَقَاتِ زُحَلٍ

تَتَأَلَّفُ الْحَلَقَاتُ السُّعُ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَ هَذَا الْكَوْكَبِ مِنْ بُخَارِ الْمَاءِ وَغَازِ (التَّشَادِر) وَغَازِ (الهيدروجين) وَغَازِ (الميثان)، وَجَمِيعُهَا مُتَجَمِّدَةٌ بِفِعْلِ الْبُرُودَةِ الشَّدِيدَةِ.

### 10. الْقَمَرُ (فِيبي) :

اِكْتَشَفَهُ الْعَالِمُ الْفَلَكَيُّ (بيكرنغ) عَامَ 1898 م. يَبْلُغُ طُولُ نِصْفِ قُطْرِهِ (100) كَم، وَيَبْعُدُ عَنِ الْكَوْكَبِ زُحَلٍ مَسَافَةً (13.000.000) كَم. يُتِمُّ دَوْرَتَهُ الْبُطَيْئَةَ حَوْلَ هَذَا الْكَوْكَبِ خِلَالَ (1) سَنَةٍ وَ(185) يَوْمًا وَ(16) سَاعَةً.

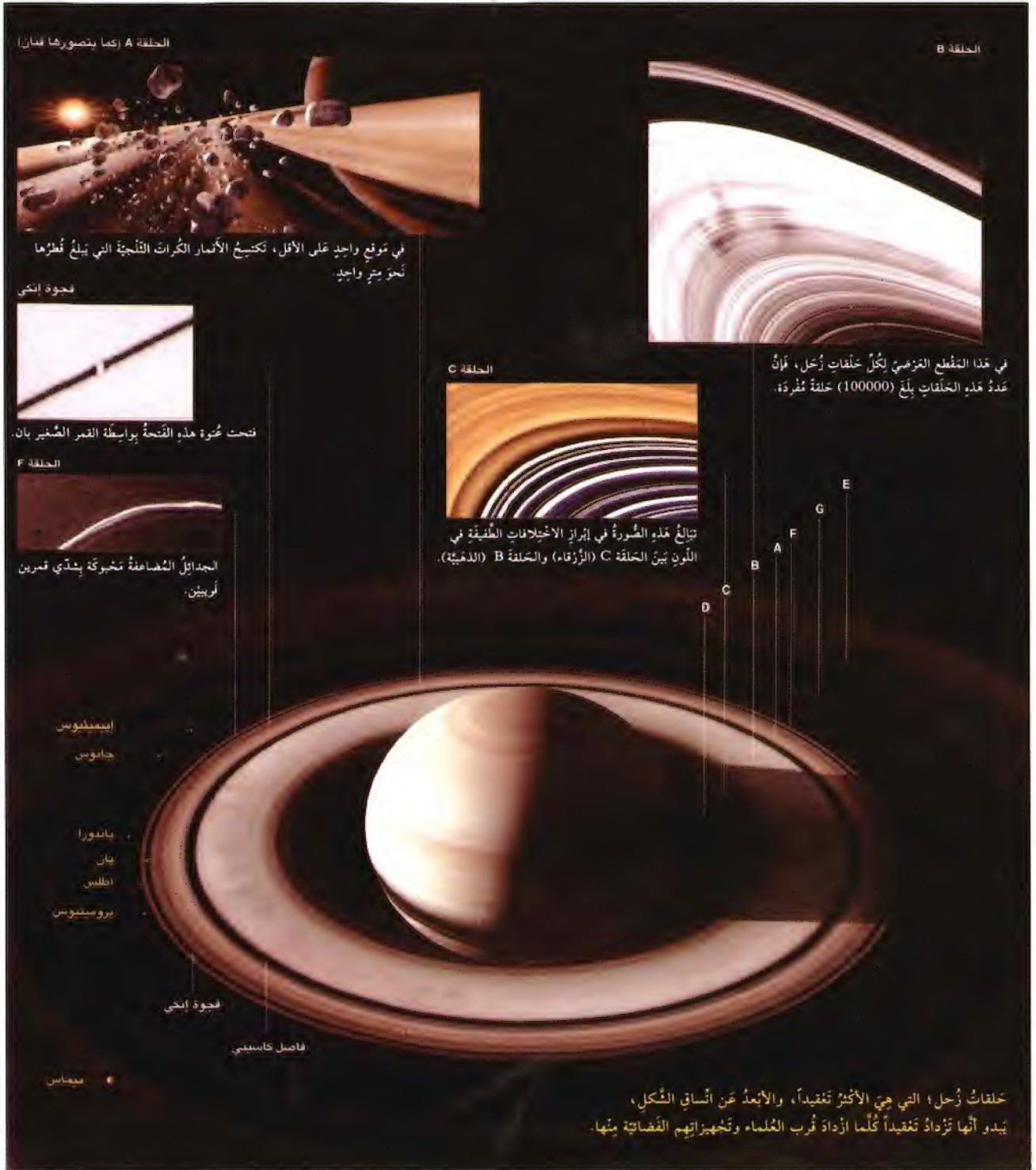
يُشَكِّلُ مِحْوَرَهُ مَعَ مُسْتَوَى مَدَارِهِ زَاوِيَةً قَدَرُهَا (150) دَرَجَةً، أَيْ أَنَّ قُطْبَهُ الشَّمَالِيَّ يَمِيلُ عَنِ الْوَضْعِ الْعَمُودِيِّ نَحْوَ الْإِتِّجَاهِ الْمُعَاكِسِ لـ زُحَلٍ بِمِقْدَارِ (60).

### حَلَقَاتُ زُحَلٍ

عِنْدَ اِكْتِشَافِ تِلْكَ الْحَلَقَاتِ، كَانَ يُظَنُّ بِأَنَّهَا خَمْسٌ فَقَطْ، مَفْصُولَةٌ عَنْ بَعْضِهَا بِـ (4) فَرَغَاتٍ. إِلَّا أَنَّ الدَّرَاسَاتِ الْفَلَكَيَّةَ الَّتِي تَوَالَتْ حَوْلَ تِلْكَ الْحَلَقَاتِ لِمَعْرِفَةِ تَرْكِيبِهَا وَحَرَكَتِهَا، دَلَّتْ عَلَى أَنَّ مَا كَانَ يُعْتَقَدُ بِأَنَّهُ فَرَاغٌ يَفْصِلُ بَيْنَهَا مَا هُوَ إِلَّا (4) حَلَقَاتٍ ثَانَوِيَّةٍ، لَا تَخْتَلِفُ عَنِ الْحَلَقَاتِ الْأَسَاسِيَّةِ فِي الْمَادَّةِ الْمُرَكَّبَةِ لَهَا، وَإِنَّمَا تَخْتَلِفُ عَنْهَا بِأَنَّ مَوَادَّهَا أَقَلُّ تَكَثُّفًا، مِمَّا جَعَلَهَا أَقَلَّ إِعْتَامًا.







الحِجَارَةُ الْكَبِيرَةُ أَوْ الصَّغِيرَةُ أَوْ الْحَصَى أَوْ حَبَاتِ الرَّمْلِ .  
بَيْنَمَا تَكُونُ الْأَجْرَامُ الْمُؤَلَّفَةُ لِلْحَلَقَاتِ الثَّانَوِيَّةِ صَغِيرَةَ الْحَجْمِ ،  
أَوْ دَقِيقَةً ، كَمَا تَكُونُ مُتَبَاعِدَةً عَنْ بَعْضِهَا ، مِمَّا يُعْطِي لِلْحَلَقَةِ  
جِسْمًا شَفَافًا مُخَلَّخًا ، يَسْتَطِيعُ الرَّاصِدُ أَنْ يَرَى مِنْ خِلَالِهِ  
النُّجُومَ الْقَائِمَةَ خَلْفَ هَذَا الْكُوكَبِ ، وَهَذَا هُوَ السَّرُّ الَّذِي

وَالِاخْتِلَافُ الْقَائِمُ بَيْنَ الْحَلَقَاتِ الْأَسَاسِيَّةِ وَالْحَلَقَاتِ  
الثَّانَوِيَّةِ يَكْمُنُ فِي اخْتِلَافِ حَجْمِ الْأَجْرَامِ الَّتِي تَتَأَلَّفُ مِنْهَا تِلْكَ  
الْحَلَقَاتُ ، وَمَدَى تَخَلُّخِهَا . إِذْ أَنَّ الْأَجْرَامَ الْمُؤَلَّفَةَ لِلْحَلَقَاتِ  
الْأَسَاسِيَّةِ تَكُونُ كَبِيرَةَ الْحَجْمِ ، مِنْهَا مَا لَهُ شَكْلُ الصُّخُورِ  
الْكَبِيرَةِ الَّتِي يَصِلُ قُطْرُهَا إِلَى (10) أَمْتَارٍ ، وَمِنْهَا مَا لَهُ شَكْلُ



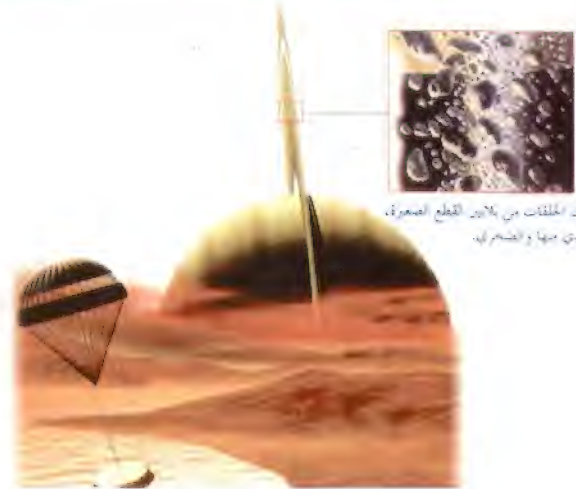


فَيَأْخُذُ عَرَضُ الْحَلَقَاتِ بِالتَّرَايُدِ يَوْمًا بَعْدَ يَوْمٍ، حَتَّى إِذَا مَا مَضَتْ مُدَّةُ (7.5) سَنَوَاتٍ عَلَى بَدْءِ تَرَايُدِ ذَلِكَ الْمَيْلِ فِي الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ لِزُحَلٍ، بَدَتْ حَلَقَاتُهُ مَرَّةً ثَانِيَةً كَأَعْرَضٍ مَا تَكُونُ.

### اِسْتِكْشَافُ زُحَلٍ مِنْ جَدِيدٍ

قَطَعَتِ السَّفِينَةُ الْفَضَائِيَّةُ (كاسيني - هويغنز) أَكْثَرَ مِنْ ثَلَاثَةِ بِلَايِنِ كِيلُو مِترٍ مِنْ طَرِيقِهَا لِلْوُصُولِ إِلَى مَنْظُومَةِ زُحَلٍ. وَمُنْذُ إِطْلَاقِهَا عَامَ 1997م، خَضَعَتِ السَّفِينَةُ لِأَرْبَعِ عَمَلِيَّاتٍ دَعِمَ ثِقَالِي، وَذَلِكَ بِأَرْجَحَتِهَا عَلَى ارْتِفَاعٍ مُنْخَفِضٍ فَوْقَ الزُّهْرَةِ (مَرَّتَيْنِ) وَالْأَرْضِ وَالْمُشْتَرِي، بُغْيَةً تَعْزِيزِ سُرْعَتِهَا.

وَفِي عَامِ 2004م، انْدَفَعَتْ كَاسِينِي بِسُرْعَةٍ عَبَرَ الْفَجْوَةَ الْكَائِنَةَ بَيْنَ حَلَقَتَيْ زُحَلٍ F و G، وَتُدِيرُ مُحْرَكُهَا بِالْأَتَّجَاهِ الْمُعَاكِسِ لِحَرَكَتِهَا سَعْيًا لِلْقِيَامِ بِأَكْبَرِ اقْتِرَابٍ لَهَا مِنَ الْكُوكَبِ سَتُخَفِضُ هَذِهِ الْمُنَاورَةُ سُرْعَةَ السَّفِينَةِ بِقَدَرٍ يَكْفِي لِوَضْعِهَا فِي مَدَارٍ إِهْلِيلَجِي، إِنَّ عَمَلِيَّاتِ تَشْغِيلِ الْمُحْرَكِ اللَّاحِقَةِ سَتُعَدِّلُ الْمَدَارَ اسْتِعْدَادًا لِلتَّقَابُلِ بَيْنَ السَّابِرِ هُويغنز وَتَيْتَانِ.



جَعَلَ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ، الَّذِينَ قَامُوا مُنْذُ الْقَدِيمِ بِرِصْدِهِ، يَعْتَقِدُونَ بِوُجُودِ (4) فَرَاعَاتٍ قَائِمَةٍ بَيْنَ الْحَلَقَاتِ الْأَسَاسِيَّةِ، إِلَى أَنْ تَمَكَّنَتِ الْمَرَاقِبُ الْحَدِيثَةُ الضَّخْمَةُ مِنَ الْكَشْفِ عَنِ الْحَلَقَاتِ الثَّانَوِيَّةِ الَّتِي تَمَلَأُ مَا بَيْنَ تِلْكَ الْحَلَقَاتِ الْأَسَاسِيَّةِ مِنْ فَرَاغٍ.

### أَبْعَادُ حَلَقَاتِ زُحَلٍ

أَقْرَبُ حَلَقَةٍ إِلَى زُحَلٍ تَبْعُدُ عَنْهَا مَسَافَةً (9000) كِمْ، أَمَّا أَبْعَدُهَا عَنْهُ فَيَكُونُ سَطْحُهَا الْخَارِجِيُّ عَلَى بُعْدِ (75.000) كِمْ؛ وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ سُمْكَ الْحَلَقَاتِ مُجْتَمِعَةٌ يَبْلُغُ (66.000) كِمْ. وَأَكْثَرُ الْحَلَقَاتِ سُمْكًا وَأَكْثَرُهَا كَثَافَةً هِيَ أَقْرَبُ الْحَلَقَاتِ الْأَسَاسِيَّةِ إِلَى زُحَلٍ، أَيِ الْحَلَقَةِ الْخَامِسَةِ، لِذَا تَبْدُو مُعِمَّةً أَكْثَرَ مِنْ غَيْرِهَا.

### تَغْيِيرُ وَضْعِ حَلَقَاتِ زُحَلٍ

تَبْدُو حَلَقَاتُ زُحَلٍ بِالنَّسْبَةِ لِسُكَّانِ الْأَرْضِ، كَأَعْرَضٍ مَا تَكُونُ، عِنْدَمَا يَبْلُغُ الْقُطْبُ الشَّمَالِيُّ لِهَذَا الْكُوكَبِ أَقْصَى مَيْلٍ لَهُ عَنِ الْأَرْضِ. ثُمَّ لَا يَلْبَثُ أَنْ يَأْخُذَ ذَلِكَ الْقُطْبُ بِالْمَيْلِ شَيْئًا فَشَيْئًا نَحْوَ الْأَرْضِ، حَتَّى إِذَا مَا انْقَضَتْ مُدَّةُ (7.5) سَنَوَاتٍ عَلَى ذَلِكَ، بَدَتْ الْحَلَقَاتُ كَأَنَّهَا خَطٌّ دَقِيقٌ لَا يَكَادُ يُمَيِّزُ، إِذْ تَكُونُ قَدْ أَصْبَحَتْ حَافَاتُهَا بِمُوَارَاةٍ خَطِّ نَظَرِ سُكَّانِ الْأَرْضِ. ثُمَّ يَتَابِعُ الْقُطْبُ الشَّمَالِيُّ لِزُحَلٍ مَيْلَهُ بِاتِّجَاهِ الْأَرْضِ أَكْثَرَ فَأَكْثَرَ،







أورانوس

بأنه نَجْمٌ فِي عَامِ 1690 م. وَفِي عَامِ 1756 م، تَمَّ رَصْدُهُ مِنْ قِبَلِ الْعَالِمِ الْفَلَكِيِّ (ماير)، وَقَدْ ظَنَّهُ هُوَ الْآخِرُ نَجْمًا. وَبَعْدَ عِدَّةِ سَنَوَاتٍ، قَامَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (لامونيه) بِرَصْدِهِ، وَاعْتَقَدَ بِأَنَّهُ نَجْمٌ أَيْضًا.

وَلَمَّا قَامَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (هَرِشِل)

بِرَصْدِهِ بِوَسَاطَةِ أَكْبَرِ مِرْقَبٍ عَرَفَتْهُ أَوْرُوبًا فِي عَامِ 1781 م، أَعْلَنَ، فِي الْبِدَايَةِ، بِأَنَّ الْجُرْمَ الَّذِي اكْتَشَفَهُ إِنَّ هُوَ إِلَّا مُدَنَّبٌ، وَذَلِكَ حِينَ بَدَأَ لَهُ وَقَدْ غَمَرَ النُّورَ وَسَطَهُ، بَيْنَمَا كَانَتْ أَطْرَافُهُ مُعْتَمَةً، هَذَا

إِلَى جَانِبِ تَحَرُّكِهِ

فِي الْفَضَاءِ؛

وَلَمَّا تَابَعَ



الفلكي وليم هرشل

أورانوس

Uranus

(الْكَوْكَبُ الْأَخْضَرُ)

لَقَدْ اسْتَطَاعَ الْأَقْدُمُونَ الْكَشْفَ عَنِ الْكَوَاكِبِ السَّيِّئَةِ السَّابِقَةِ لِأَنَّهَا تُرَى بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ، أَمَّا الْكَوْكَبُ أورانوس، فَقَدْ تَأَخَّرَ اكْتِشَافُهُ، لِتَعَذُّرِ رُؤْيِيهِ بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ، حَتَّى جَاءَ عَصْرُ الْمَرَاقِبِ الْفَلَكِيَّةِ، وَحَتَّى عِنْدَمَا وَجَّهَ الْعُلَمَاءُ إِلَيْهِ الْمَرَاقِبَ، ظَنُّوهُ فِي الْبِدَايَةِ نَجْمًا.

وَكَانَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ

(فلامستيد) أَوَّلَ

مِنْ اكْتَشَفَ هَذَا

الْكَوْكَبَ، وَاعْتَقَدَ

كوكب أورانوس من بين  
سطح القمر والشمس والزهرة



### أبعاد أورانوس

يبلغ طول نصف القطر الاستوائي لهذا الكوكب (25.400) كم، كما يبلغ طول نصف قطره القطبي (23876) كم، ويبلغ طول محيطه الاستوائي (159.512) كم.

### كثافة أورانوس

تبلغ كثافة هذا الكوكب المتوسطة (1.55) غ/سم<sup>3</sup>.

### كتلة أورانوس (وزنه)

تساوي كتلة هذا الكوكب (14.56) مرة من كتلة الأرض، وهذا عائد إلى كبر حجم هذا الكوكب الذي يفوق حجم الأرض بنحو (67) مرة تقريباً.



حجم أورانوس مقارنة بحجم الأرض

رصدته لهذا الجرم، تبين له الخطأ الذي وقع فيه، وعاد فأعلن للعالم، ولأول مرة، بأنه قد اكتشف كوكباً سابعاً من كواكب المنظومة الشمسية؛ ودعي من يومها باسم الكوكب أورانوس.



تظهر الشمس على سطح هذا الكوكب كأنها نجم لامع قريب.

يحتل هذا الكوكب المرتبة السابعة من حيث بعده عن الشمس بعد (عطارد، والزهرة، والأرض، والمريخ، والمشتري، وزحل)، إذ يبلغ بعده الوسطي عن الشمس (2850) مليون كم، أي ما يعادل (19.191) وحدة فلكية. كما يحتل المرتبة الثالثة بحجمه بين كواكب المنظومة الشمسية، وذلك بعد المشتري وزحل، إذ يبلغ طول نصف قطره الاستوائي (25.400) كم.

### شكل أورانوس

هو كوكب كروي شديد التفلطح عند قطبيه، كثير

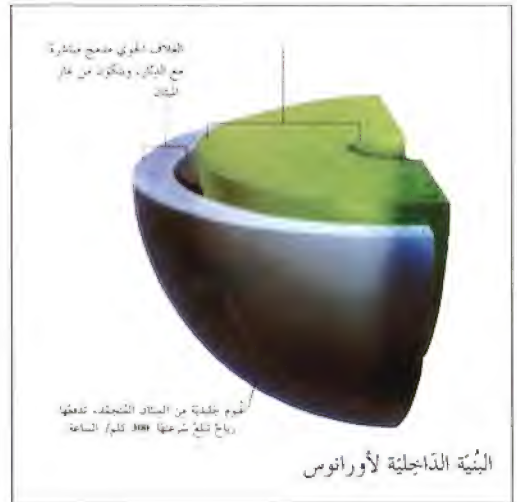


الانفتاح عند خط استوائه، تبلغ نسبة تفلطحه (0.060)، ولا يفوقه في هذه النسبة إلا الكوكب زحل - وهو أكثر كواكب المنظومة الشمسية تفلطحاً - ثم كوكب المشتري الذي يزيد تفلطحه قليلاً عن تفلطح أورانوس.



## بُنْيَةُ أورانوس

لَمْ يَتِمَّ الْكَشْفُ بَعْدُ، بِوَسَاطَةِ الْأَجْهَزَةِ الْعِلْمِيَّةِ، عَنْ بُنْيَةِ هَذَا الْكَوْكَبِ؛ وَلَكِنَّهُ، قِيَاسًا عَلَى مَا رَأَيْنَاهُ فِي بُنْيَةِ كَوْكَبِي الْمَشْتَرِي وَ زُحَل، يُمَكِّنُ التَّنَبُّؤَ بِأَنَّهُ يُشَبِّهُهُمَا فِي بُنْيَتِهِ، وَأَنَّهُ مُؤَلَّفٌ مِنْ قَشْرَةٍ مُتَجَمِّدَةٍ مِنْ بُخَارِ الْمَاءِ وَغَايِ (النَّسَادِر) وَغَايِ (الْمَيْتَان) وَغَايِ (الْهَيْدُرُوجِينَ)، وَمِنْ رِذَاءٍ مِنَ الْهَيْدُرُوجِينَ السَّائِلِ بِفِعْلِ الضَّغْطِ الْوَاقِعِ عَلَيْهِ، وَمِنْ نَوَافٍ مِنَ الْهَيْدُرُوجِينَ الصُّلْبِ تَضُمُّ فِي جَوْفِهَا لُبًّا مِنَ الْحَدِيدِ الْمُمَغْنَطِ.



## سَطْحُ أورانوس

يُعْتَقَدُ أَنَّ سَطْحَهُ خَالٍ مِنَ التَّشْوِيشِ، وَهُوَ قَرِيبُ الشَّبهِ بِسَطْحِي الْكَوْكَبَيْنِ الْمَشْتَرِي وَ زُحَل، وَذَلِكَ حَسْبَمَا كَشَفَ عَنْهُ رَصْدُ الْمَرَاقِبِ، وَالصُّوَرُ الَّتِي التَّقَطَّتْ لَهُ بِوَسَاطَتِهَا.

## جَاذِبِيَّةُ أورانوس

تَبْلُغُ جَاذِبِيَّةُ هَذَا الْكَوْكَبِ عِنْدَ السَّطْحِ مِقْدَارَ (0.919) مِنْ جَاذِبِيَّةِ الْأَرْضِ.

ضَوْءُ أَحْمَرٍ  
نَاجِمٍ عَنِ الْهَيْدُرُوجِينَ  
الْمَوْجُودِ فِي الْغِلَافِ الْجَوِّي

خَلَقَاتٌ دَائِرِيَّةٌ  
تَلَفُ حَوْلَ أورانوس



## الغلاف الغازي لكوكب أورانوس

يغلب على تركيب الغلاف الغازي لهذا الكوكب غازان أساسيان هما غاز (الميثان) وغاز (الأمونياك). ونسبة غاز (الأمونياك) في جو هذا الكوكب تفوق بكثير النسبة الموجودة فيها على سطح الكوكب زحل، ويعتقد العلماء أن وفرة هذا الغاز في جو أورانوس هي التي أضفت عليه لونه الأخضر.

### تركيب الغلاف الجوي



وقد لاحظ العلماء وجود حركات هوائية ضعيفة في جو هذا الكوكب، كما لاحظوا اختلافاً في حرارة ذلك الجو، فبينما هي متدنية في الطبقات العليا منه، وتقدر بـ (230-°)، نجد أنها في حدود (170-°) درجة مئوية قرب سطحه؛ مما يدل على وجود نشاط إشعاعي في هذا الكوكب، يؤدي إلى رفع درجات الحرارة قرب السطح. وقد أعطيت درجة حرارة وسطى لجو الكوكب أورانوس قدرت بـ (200-°) درجة مئوية.

## مدار أورانوس

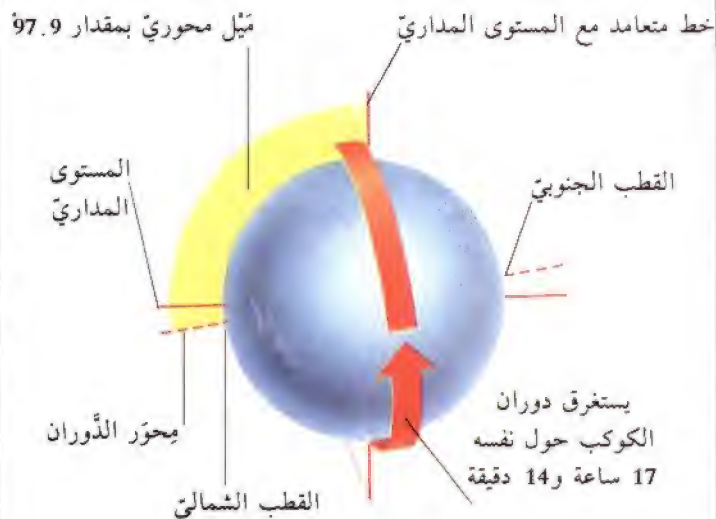
يشكل مدار هذا الكوكب مع مستوى دائرة الكسوف والخسوف زاوية قدرها (0.48°). ويبلغ طول القطر الكبير للمدار الإهليلجي لهذا الكوكب (5742) مليون كم، أي ما يعادل (19.191) وحدة فلكية. وأبعد مسافة تكون بين هذا الكوكب وبين الشمس، أي عندما يكون في الأفق، هي (3135) مليون كم، أما أقرب مسافة تكون بينه وبين الشمس، أي عندما يكون في الحضيض، فهي (2607) ملايين كم. وعلى هذا يكون تراكزه، أي الاختلاف المركزي

له، في حدود (0.046)، أي أن البعد القائم بين بؤرتي مداره يساوي (264) مليون كم.

ويشكل محور أورانوس مع مستوى مداره زاوية قدرها (97.9°).

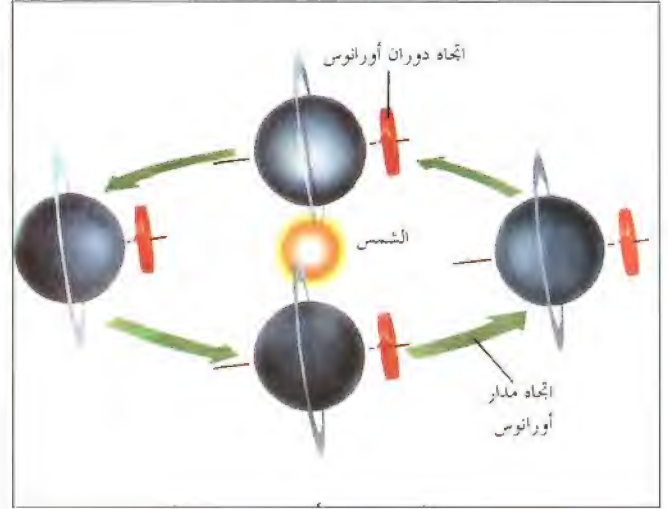
ويتم دورة واحدة حول نفسه كل (17) ساعات و(14) دقيقة؛ أما دورته الانتقالية حول الشمس فيتمها خلال (84) سنة و(25) يوماً و(13) ساعة و(12) دقيقة، وبسرعة قدرها (6.8) كم/ثا، أي أقل من سرعة الأرض خلال دورتها الانتقالية بمقدار (5) مرات تقريباً. ونظراً للبعد الكبير الذي يفصل أورانوس عن الشمس، فإن أشعتها لا تصله إلا بعد شروق الشمس بـ (3) ساعات تقريباً. ولأن محور أورانوس يصنع مع العمود النازل على مستوى مداره زاوية قدرها (97.9°)، فإنه يبدو أثناء دورته الانتقالية حول الشمس وكأنه مضطجع على جنبه؛ وهذا ما يجعل المنطقة القطبية الجنوبية فيه تنعم بنهار دائم مدة (42) عاماً و(13) يوماً و(8) ساعات و(6) دقائق، تكون منطقة القطب الشمالي فيه راحة تحت ليل دائم طوال تلك الفترة، إنما يخفف من ظلمته النور الذي ينعكس عليها من أقماره الخمسة التي تدور حوله بسرعة

### ميل أورانوس ودورانه





كَبِيرَةٍ، وَبِشَكْلِ مُتَّاعٍ؛ ثُمَّ تَعَكُسُ الْآيَةُ، حَيْثُ يَخِيَمُ لَيْلٌ دَائِمٌ عَلَى الْمِنْطَقَةِ الْقُطْبِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ فِيهِ يَدُومُ مَا دَامَ النَّهَارُ قَائِمًا فِيهَا، بَيْنَمَا يَسْطَعُ النَّهَارُ عَلَى الْمِنْطَقَةِ الْقُطْبِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ فِيهِ، وَتَسَاوِي مُدَّتُهُ الْمُدَّةَ الَّتِي خِيَمَ اللَّيْلُ عَلَيْهَا فِيهِ.



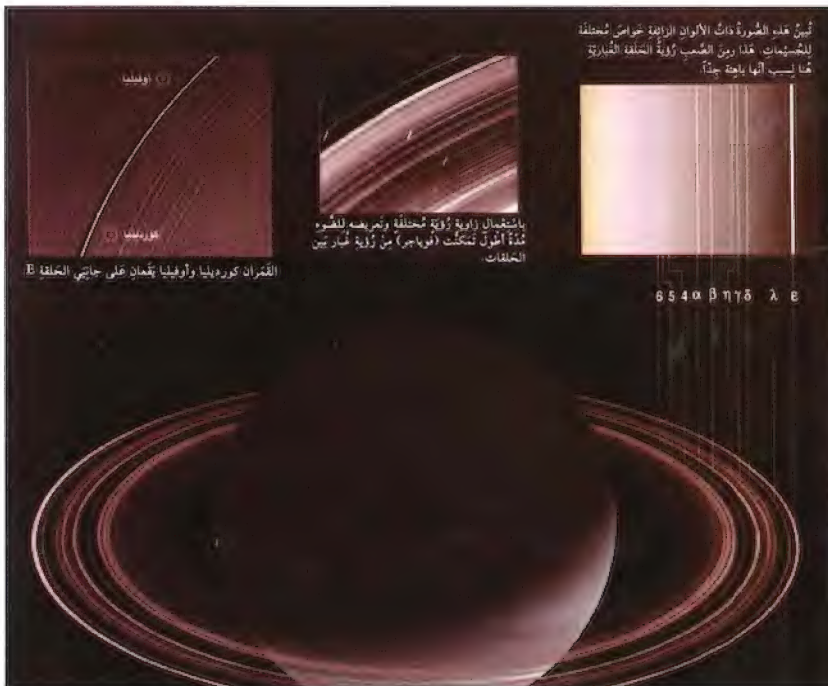
### حَلَقَاتِ أورانوس

تَدُورُ حَوْلَ هَذَا الْكَوْكَبِ (9) حَلَقَاتٌ تَمَّ اكْتِشَافُهَا حَدِيثًا، وَهِيَ قَلِيلَةُ السَّمَكَاةِ وَقَلِيلَةُ الْعَرْضِ، تَتَأَلَّفُ مِنْ أَجْرَامٍ مِنَ الْغَازَاتِ الْمُتَجَمِّدَةِ، وَبِخَاصَّةٍ مِنْ غَازِي (الْمِثَانِ) وَ(الْأَمُونِيَا)، وَبَعْضُ تِلْكَ الْأَجْرَامِ كَبِيرُ الْحَجْمِ، وَبَعْضُهَا الْآخَرُ صَغِيرٌ، إِنَّمَا تَكُونُ كُلُّهَا مُتَكَائِفَةً، مِمَّا يُعْطِي لِتِلْكَ الْحَلَقَاتِ لَوْنًا دَاكِنًا مُعْتَمًا، وَيَتَوَقَّعُ الْعُلَمَاءُ أَنَّ يَكُونُ عَدَدُ الْحَلَقَاتِ أَكْثَرَ مِنْ تِسْعٍ، وَكُلُّهَا تَدُورُ فَوْقَ خَطِّ اسْتِوَاءِهِ. إِنَّ مَا يَجْعَلُ حَلَقَاتِ أورانوس شَادَّةً عَنْ غَيْرِهَا هُوَ أَنَّ مُعْظَمَهَا إِهْلِيلَجِي الشَّكْلِ وَمَائِلٌ قَلِيلًا عَلَى مُسْتَوَى اسْتِوَاءِ الْكَوْكَبِ. لَقَدْ قَاوَمَتِ هَذِهِ الْحَلَقَاتُ بِطَرِيقَةٍ مَا، الْقُوَى الَّتِي كَانَتْ سَتُودِي إِلَى جَعْلِ هَذِهِ الْحَلَقَاتِ دَائِرِيَّةً وَمُنْبَسِطَةً.

وَالشَّيْءُ الْمُمَيِّزُ فِي هَذَا الْكَوْكَبِ أَنَّ دَوْرَتَهُ الْإِنْتِقَالِيَّةَ حَوْلَ الشَّمْسِ هِيَ دَوْرَةٌ عَكْسِيَّةٌ - أَيْ تَرَاجُعِيَّةٌ - إِذْ إِنَّهُ يَدُورُ مَعَ اتِّجَاهِ عَقَارِبِ السَّاعَةِ، وَبِعَكْسِ الْجِهَةِ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَهَا الْكَوَاكِبُ السَّابِقَةُ، وَالَّتِي تَكُونُ بِعَكْسِ الْجِهَةِ الَّتِي تَدُورُ نَحْوَهَا عَقَارِبِ السَّاعَةِ.

### الْحَقْلَانِ الْكَهْرَبَائِيَّ وَالْمَغْنَطِيسِيَّ لِأورانوس

نَظَرًا لَوُجُودِ سِتَارٍ مِنَ الْهَيْدُرُوجِينِ السَّائِلِ تَحْتَ الْقَشْرَةِ فِي هَذَا الْكَوْكَبِ، وَلَوُجُودِ لُبٍّ مِنَ الْحَدِيدِ الْمُمَغْنَطِ دَاخِلَ نَوَاتِهِ، بِالإِضَافَةِ إِلَى دَوْرَتِهِ الْيَوْمِيَّةِ السَّرِيعَةِ حَوْلَ نَفْسِهِ، فَإِنَّهُ يَتَوَقَّعُ أَنْ يَكُونَ مُحَاطًا بِحَقْلٍ كَهْرَبَائِيٍّ وَآخَرِ مَغْنَطِيسِيٍّ. وَسُتُبِتَ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ، الَّتِي سَتُرْسَلُ إِلَيْهِ لِلْكَشْفِ عَنْ هَذَيْنِ الْحَقْلَيْنِ، وَوُجُودُهُمَا عَلَيْهِ، كَمَا سَتَقُومُ بِتَحْدِيدِ مِقْدَارِ شِدَّةِ كُلِّ مِنْهُمَا.







امريال

### 3. القمر (أمريال) :

اكتشفه العالم الفلكي (لاسل) عام 1851م. يبلغ طول نصف قطره (500) كم، متوسط بعده عن الكوكب أورانوس (260.000) كم، وينتهي دورته حوله خلال مدة (4) أيام و (3) ساعات و (27) دقيقة و (21) ثانية، ويظل محوره عمودياً على مستوى مداره طيلة مدة دورته الانتقالية تلك.

### 4. القمر (تيتانيا) :



تيتانيا

اكتشفه العالم الفلكي (هيرشل) عام 1787م. يبلغ طول نصف قطره (900) كم، متوسط بعده عن الكوكب أورانوس (436.000) كم، وينتهي دورته حول هذا الكوكب خلال (8) أيام و (16) ساعة و (56) دقيقة و (38) ثانية، ويظل

محوره عمودياً على مستوى مداره طيلة مدة دورته الانتقالية تلك. وقد تبين أن سطحه يشبه سطح القمر الأرضي، إذ تنتشر عليه الفوهات البركانية والنيزكية والأحواض والمناطق السهلية، وهو محاط بجو خفيف من غاز (الميثان).

### 5. القمر (أوبيرون) :



أوبيرون

اكتشفه العالم (هيرشل) عام 1787م. يبلغ طول نصف قطره (800) كم، متوسط بعده عن أورانوس (583.000) كم، ينهي دورته حول هذا الكوكب خلال مدة (13) يوماً و (11) ساعة و (2) دقيقتين و (2) ثاينتين، ويكون محوره عمودياً على مستوى مداره طيلة مدة دورته تلك.

### توابع أورانوس

يدور حول أورانوس (21) قمرًا هي خليط من الجليد والغبار، أكبر خمسة أقمار حسب قربها منه هي :



أورانوس حوله أكبر خمسة أقمار

### 1. القمر (ميراندا) :

اكتشفه العالم الفلكي (كوبر) عام

1948م. متوسط بعده عن أورانوس (13.000) كم، ينهي دورته حول هذا الكوكب في مدة (1) يوم و (9) ساعات و (56) دقيقة و (9) ثوان، طول نصف قطره (200) كم، ومحوره عمودي على مستوى مداره طيلة فترة دورته الانتقالية.



ميراندا

### 2. القمر (أريبل) :

اكتشفه العالم الفلكي (لاسل) عام

1851م. متوسط بعده عن أورانوس (191.000) كم، وينتهي دورته حوله خلال مدة (2) يومين و (12) ساعة و (28) دقيقة و (48) ثانية. يبلغ طول نصف قطره (700) كم، ويكون



أريبل

محوره عمودياً على مستوى مداره طيلة مدة دورته الانتقالية حول هذا الكوكب.





نبتون

مِنْ ذَلِكَ الْكَوْكَبِ الَّذِي لَمْ تُكُنِ الْمَرَاصِدُ قَدِ اسْتَطَاعَتْ كَشْفَهُ، كَانَ يَخْرُجُ قَلِيلاً، كَمَا رَأَيْنَا، عَنْ مَسَارِهِ عَلَى مَدَارِهِ حَوْلَ الشَّمْسِ بِسَبَبِ تَأَثُّرِهِ بِجاذِبِيَّةِ ذَلِكَ الْكَوْكَبِ الْوَاقِعِ خَلْفَهُ. وَلَمْ يَكْتَفِ (آدامز) بِمَا تَوَصَّلَ إِلَيْهِ مِنْ نَتَائِجٍ، وَإِنَّمَا قَامَ بِأَبْحَاثٍ رِیَاضِيَّةٍ وَفِيزِيَايَّةٍ مِنْ شَأْنِهَا أَنْ تُحَدِّدَ مَدَارَ ذَلِكَ الْكَوْكَبِ، وَمَوْقِعَهُ مِنْ ذَلِكَ الْمَدَارِ عِنْدَ اقْتِرَابِهِ مِنَ الْكَوْكَبِ أورانوس.

وَفِي نَفْسِ الْوَقْتِ كَانَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (أوربان لوفرييه)، مُدِيرُ مَرْصِدِ بَارِيسَ، يَقُومُ هُوَ الْآخَرُ بِدِرَاسَاتٍ تُشَبِّهُ دِرَاسَاتِ (آدامز) لِتَحْدِيدِ مَوْقِعِ ذَلِكَ الْكَوْكَبِ الْمَجْهُولِ، بَعْدَ أَنْ أَكَّدَ هُوَ الْآخَرُ وُجُودَ مِثْلِ ذَلِكَ الْكَوْكَبِ خَلْفَ أورانوس. لَقَدْ قَامَ كُلُّ مِنَ الْعَالِمَيْنِ الْمَذْكُورَيْنِ بِعَمَلِيَّاتٍ رَصْدِ فَلَكِيٍّ عَنْ طَرِيقِ الْمَرَاكِيبِ الْكَبِيرَةِ لِلْكَشْفِ عَنْ ذَلِكَ الْكَوْكَبِ.



فِي عَامِ 2004م، عَثَرَ الْمُؤَرِّخُونَ عَلَى وَثَائِقٍ حَاسِمَةٍ تُقَرِّرُ بِأَن لُوفْرِيَّيَهُ هُوَ صَاحِبُ الْفَضْلِ فَقَطْ فِي اكْتِشَافِ كَوْكَبِ نَبْتُون وَلَيْسَ آدَامُز.

وَكَانَ هُنَاكَ عَالِمٌ فَلَكِيٌّ آخَرٌ، هُوَ (يوهان غاليل)، يَقُومُ بِدِرَاسَاتٍ رِیَاضِيَّةٍ وَفِيزِيَايَّةٍ، وَبِرِصْدٍ مُسْتَمِرٍّ، لِلْعُنُورِ عَلَى ذَلِكَ الْكَوْكَبِ، بَعْدَ تَحْدِيدِ مَوْقِعِهِ فِي السَّمَاءِ. وَقَدْ تَوَصَّلَ فِعْلاً، عَنْ طَرِيقِ دِرَاسَاتِهِ الَّتِي قَامَ بِهَا، إِلَى تَحْدِيدِ مَوْقِعِ ذَلِكَ



## نَبْتُون Neptune (العِمْلَاقُ الْأَزْرَقُ)



نبتون كما يبدو من ضياءِ أحدِ أقماره (تريون).

لَقَدْ تَمَّ اكْتِشَافُ هَذَا الْكَوْكَبِ عَامَ 1846م؛ إِلَّا أَنَّهُ تَمَّ التَّيَبُّؤُ عَنْ وُجُودِهِ مُنْذُ عَامِ 1821م، حِينَ لَاحَظَ الْفَلَكِيُّونَ أَنَّ الْكَوْكَبَ أورانوسَ كَانَ يَخْرُجُ عَنْ خَطِّ مَدَارِهِ حَوْلَ الشَّمْسِ بِمَقْدَارٍ دَقِيقَتَيْنِ قَوْسِيَّتَيْنِ عِنْدَ بُلُوغِهِ مِنْطَقَةً مُعَيَّنَةً مِنْ مَسَارِهِ عَلَى ذَلِكَ الْمَدَارِ.

وَقَدْ أَكَّدَ ذَلِكَ الْأَمْرَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (جون كوش آدامز) عَامَ 1841م، وَذَلِكَ عِنْدَمَا كَانَ لَا يَزَالُ طَالِباً فِي كُلِّيَةِ الْفَلَكِ فِي جَامِعَةِ (كامبريدج) فِي الْمَمْلَكَةِ الْمُتَّحِدَةِ، وَكَانَ مِنَ الْمُتَفَوِّقِينَ فِي عِلْمِ الْفَلَكِ، وَفِي رِصْدِ الْأَجْرَامِ السَّمَاوِيَّةِ، حِينَ أَكَّدَ وُجُودَ كَوْكَبٍ يَقَعُ مَدَارُهُ خَلْفَ مَدَارِ الْكَوْكَبِ أورانوس، وَأَنَّ أورانوسَ، عِنْدَمَا كَانَ يَقْتَرِبُ فِي مَسَارِهِ



### شَكْلُ نِبْتُون

كَوْكَبُ كُرْوِي الشَّكْلِ، مُفْلَطَحٌ عِنْدَ قُطْبَيْهِ، مُتَفَتِّحٌ عِنْدَ خَطِّ اسْتِوَائِهِ وَذَلِكَ بِسَبَبِ سُرْعَةِ دَوْرَانِهِ حَوْلَ نَفْسِهِ مَعَ كَبَرِ حَجْمِهِ.

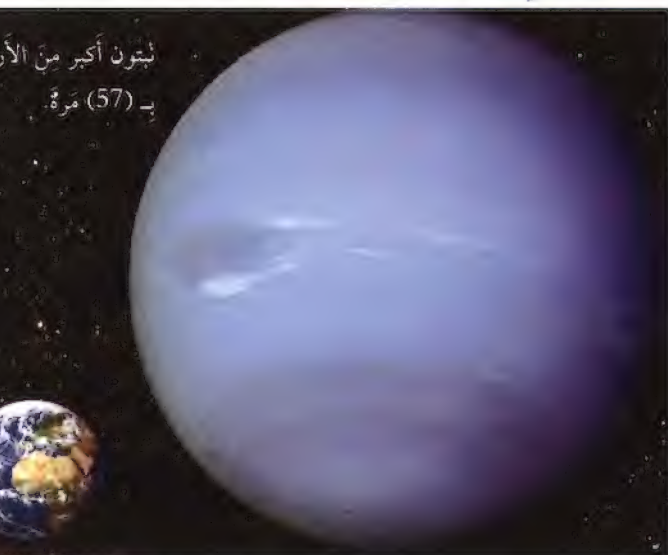
### أَبْعَادُ نِبْتُون

يَبْلُغُ طُولُ نِصْفِ قُطْرِهِ الاسْتِوَائِيِّ (24.300) كم، وَطُولُ نِصْفِ قُطْرِهِ الْقُطْبِيِّ (23.790) كم، وَطُولُ مُحِيطِهِ الاسْتِوَائِيِّ (152.604) كم.

### كثافة نبتون

تَبْلُغُ الكَثَافَةُ الوُسْطَى لِهَذَا الكَوْكَبِ (2.25) غ/سم<sup>3</sup>، وَعَلَى هَذَا تَكُونُ كَثَافَتُهُ الوُسْطَى تُسَاوِي نِصْفَ الكَثَافَةِ الوُسْطَى لِلأَرْضِ، وَهَذَا رَاجِعٌ إِلَى غَلَبَةِ الْغَازَاتِ عَلَى تَرْكِيبِهِ.

### كُتْلَةُ نِبْتُون (وَزْنُهُ)



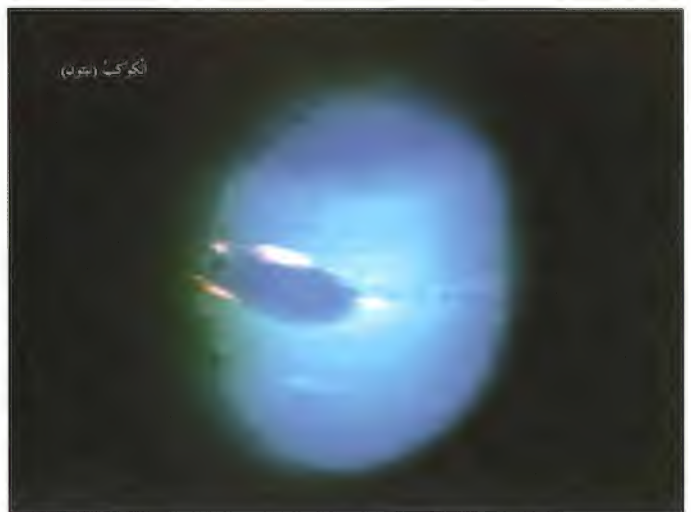
تُسَاوِي كُتْلَةُ هَذَا الكَوْكَبِ (17.24) مَرَّةً مِنْ كُتْلَةِ كَوْكَبِ الْأَرْضِ، وَذَلِكَ بِسَبَبِ ضَخَامَةِ حَجْمِهِ بِالْمُقَارَنَةِ مَعَ حَجْمِ الْأَرْضِ.

الْكَوْكَبِ. وَعِنْدَمَا وَجَّهَ إِلَيْهِ الْمِرْقَبُ الْقَائِمُ بِمَرْصَدِ (بِرلين)، عَاصِمَةِ أَلْمَانِيَا، وَذَلِكَ لَيْلَةَ (23) أَيْلُولَ عَامِ 1846م، عَثَرَ عَلَيْهِ، وَبَدَأَ لَهُ كَكُرَةٍ خَضِرَاءٍ كَالِحَةِ اللَّوْنِ بَعْضَ الشَّيْءِ، وَقَدَّرَ لَمَعَانَهُ يَوْمَهَا بِلَمَعَانِ نَجْمٍ مِنَ الْمَرْتَبَةِ الثَّامِنَةِ لَضَعْفِهِ. وَعِنْدَمَا أَعَادَ رَصْدَهُ لِهَذَا الكَوْكَبِ فِي اللَّيْلَةِ الثَّانِيَةِ، تَأَكَّدَ مِنْ صِحَّةِ اكْتِشَافِهِ، وَأَعْلَنَ لِلْعَالَمِ كُلِّهِ اكْتِشَافَهُ لِهَذَا الكَوْكَبِ الَّذِي دُعِيَ فِيمَا بَعْدُ بِاسْمِ نِبْتُون.



نِبْتُون هُوَ الكَوْكَبُ الثَّامِنُ مِنْ حَيْثُ بُعْدُهُ عَنِ الشَّمْسِ بَعْدَ (عُطَارِدِ، الزُّهُرَةِ، الْأَرْضِ، الْمَرْيَخِ، الْمُسْتَرِي، زُحَلِ، أورانوس)، إِذْ يَبْلُغُ بُعْدُهُ الوُسْطَى عَنْهَا (4497.1) مِليُونِ كم، أَيْ مَا يُعَادِلُ (30.04) وَحْدَةَ فَلَكَيَّة.

وَيَأْتِي فِي الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ مِنْ حَيْثُ الْحَجْمُ بَعْدَ (الْمُسْتَرِي، زُحَلِ، أورانوس)، إِذْ يَبْلُغُ طُولُ نِصْفِ قُطْرِهِ (24.300) كم. مَا يَأْتِي فِي الْمَرْتَبَةِ الرَّابِعَةِ بِتَفْلُطْحِهِ بَعْدَ (زُحَلِ، الْمُسْتَرِي، أورانوس)، إِذْ تَبْلُغُ نِسْبَةُ تَفْلُطْحِهِ (0.021).





## بُنْيَةُ نِبْتُون

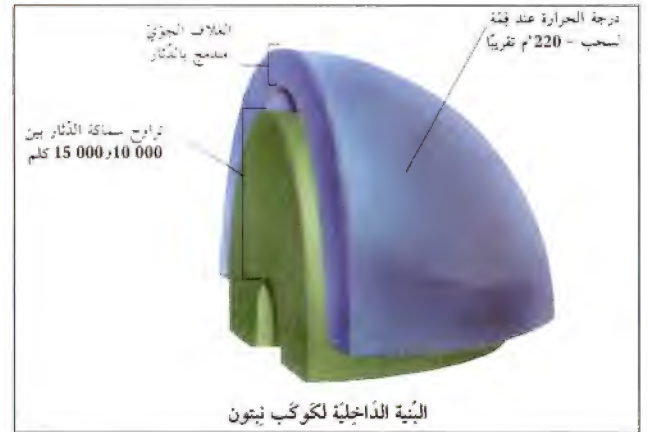
يَتَأَلَّفُ هَذَا الْكَوْكَبُ مِنْ ثَلَاثِ طَبَقَاتٍ أَسَاسِيَّةٍ هِيَ :

1. الْقِشْرَةُ : الْمُؤَلَّفَةُ مِنْ غَازَاتِ (الْهَيْدْرُوجِينِ وَالْهَلِيُومِ وَالْأَمُونِيَاك) الْمُتَصَلِّبَةِ بِفِعْلِ الْبُرُودَةِ الشَّدِيدَةِ السَّائِدَةِ عَلَى سَطْحِهِ .

2. السَّتَارُ : الْمُؤَلَّفُ مِنَ الْغَازَاتِ الْمُؤَلَّفَةِ مِنْهَا الْقِشْرَةُ ، مَعَ غَلَبَةِ غَازِ (الْهَيْدْرُوجِينِ) عَلَيْهَا ، وَهِيَ فِي حَالَةٍ سَائِلَةٍ بِسَبَبِ الضَّغْطِ الْوَاقِعِ عَلَيْهَا .

3. النَّوَاةُ : وَهِيَ مُؤَلَّفَةٌ مِنْ مَعْدِنِ الْحَدِيدِ ، وَتَشْغُلُ حَبْرًا كَبِيرًا مِنْ هَذَا الْكَوْكَبِ ؛ بَيْنَمَا يَرَاهَا بَعْضُ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ الْآخَرِينَ أَنَّهَا مُؤَلَّفَةٌ مِنْ قِسْمَيْنِ ، هُمَا :

أ. قِسْمٌ خَارِجِيٌّ مُؤَلَّفٌ مِنْ (الْهَيْدْرُوجِينِ) الْمُتَصَلِّبِ تَصَلُّبَ الْحَدِيدِ .



ب. قِسْمٌ دَاخِلِيٌّ - أَيْ لُبٌّ - مُؤَلَّفٌ مِنْ مَعْدِنِ الْحَدِيدِ الْمُمَغْنَطِ ، وَهُوَ الْأَرْجَحُ .

## سَطْحُ نِبْتُون

سَطْحُ هَذَا الْكَوْكَبِ خَالٍ مِنَ التَّجَعُّدِ أَوْ التَّشْوِيشِ ، أَمْلَسُ الْمَظْهَرِ تَقْرِيبًا .



نَظَرًا لِجَذَابِيَّةِ نِبْتُونِ الْكَبِيرَةِ فَإِنَّهُ قَادِرٌ عَلَى أَنْ يَسْحَبَ الْأَجْرَامَ الَّتِي تَمُرُّ ضِمْنَ حَقْلِ جَذَابِيَّتِهِ مُحْدِثَةً تَصَادُمَاتٍ غَنِيَةً عَلَى سَطْحِهِ .

## جَذَابِيَّةُ نِبْتُون

تُسَاوِي جَذَابِيَّةُ هَذَا الْكَوْكَبِ عِنْدَ سَطْحِهِ (1.19) مَرَّةً مِنْ جَذَابِيَّةِ الْأَرْضِ ، وَيَعُودُ ذَلِكَ إِلَى ضَخَامَةِ حَجْمِهِ .

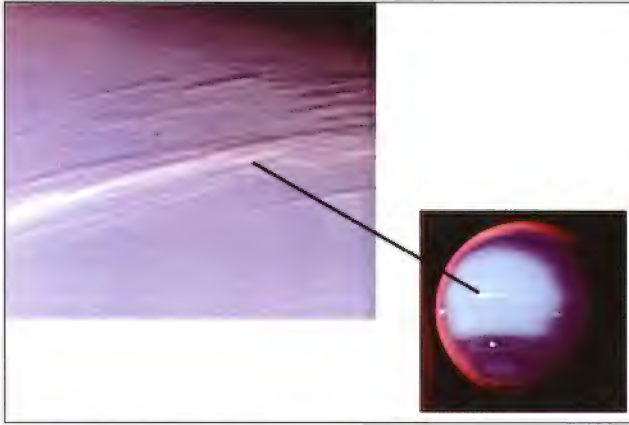


## الْغِلَافُ الْغَازِيُّ لِكَوْكَبِ نِبْتُون

يَتَأَلَّفُ الْغِلَافُ الْغَازِيُّ الْمُحِيطُ بِهِذَا الْكَوْكَبِ مِنْ غَازَاتِ (الْهَيْدْرُوجِينِ وَالْهَلِيُومِ وَالْأَمُونِيَاك) مَعَ كَمِّيَّةٍ قَلِيلَةٍ مِنْ غَازِي



اسْتَوَاءَ هَذَا الْكَوْكَبِ، وَتَمَيَّزُ بِأَنَّهَا أَقَلُّ كَثَافَةً مِمَّا يُجَاوِرُهَا  
مِنَ الْغُيُومِ كَمَا أَنَّهَا أَقَلُّ إِعْتَامًا.  
وَقَدْ بَلَغَتِ الْحَرَارَةُ الْوُسْطَى لِحَوِّ نَبْتُون قُرْبَ سَطْحِهِ  
(220-) دَرَجَةً مِئْوِيَّةً، بَيْنَمَا تَقِلُّ عَنْ ذَلِكَ مَعَ ابْتِعَادِنَا عَنْ  
ذَلِكَ السَّطْحِ.



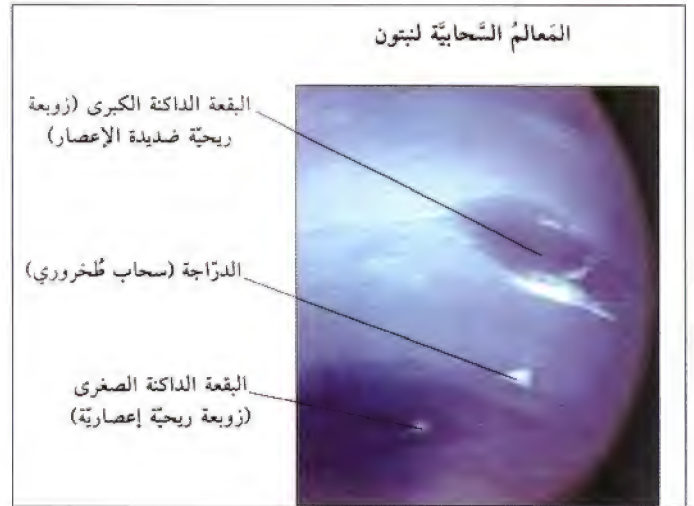
غاز الميثان في جو نبتون. ألوان هذه الصورة غير حقيقية، وقد أُنجِزَتْ  
بِالاستِعانة بِمُرْشِحٍ يَسْمَحُ لِلضَّوءِ بِالدُّخُولِ بِأَطْوَالٍ مَوْجِيَّةٍ يَمْتَصُّهَا غَازُ  
الميثان. وَتَعَكُّسُ الضَّيَاءِ الَّتِي تَغْلُو طَبَقَةَ الميثان ضَوْءَ الشَّمْسِ عِنْدَ حَافَةِ  
الْقُرْصِ، وَيَنْتُجُ مِنْ هَذَا حَافَةُ حُمْرَاءٍ سَاطِعَةٍ. وَفِي مَرَكِّزِ الْقُرْصِ يَخْتَرِقُ ضَوْءُ  
الشَّمْسِ الضَّيَائِيَّةَ وَيَمْتَصُّهُ الميثانُ مُخَدِّئًا لَوْنًا أَزْرَقًا. وَتَبْدُو السَّحُبُ الرَّقِيقَةُ،  
الَّتِي تَعَكُّسُ الضَّوءَ جَيِّدًا، كَقُبُوعٍ بَيْضَاءٍ سَاطِعَةٍ.

### مَدَارُ نَبْتُون

هُوَ مَدَارٌ إِهْلِيلِيٌّ قَرِيبٌ مِنَ الدَّائِرَةِ، يَبْلُغُ طُولُ الْقَطْرِ  
الْكَبِيرِ لِهَذَا الْمَدَارِ (8994.2) مِليُونِ كَم، وَيُشَكِّلُ مَدَارُ  
نَبْتُون مَعَ دَائِرَةِ الْكُشُوفِ وَالْخُسُوفِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (1.46).  
إِنَّ أْبْعَدَ نُقْطَةٍ عَنِ الشَّمْسِ، يَبْلُغُهَا نَبْتُونُ عَلَى  
مَدَارِهِ حَوْلَهَا، تَكُونُ عَلَى مَسَافَةِ (4542) مِليُونِ كَم،  
وَذَلِكَ عِنْدَمَا يَكُونُ فِي (الأَوْج). أَمَّا أَقْرَبُ نُقْطَةٍ إِلَى  
الشَّمْسِ، يَبْلُغُهَا هَذَا الْكَوْكَبُ عَلَى مَدَارِهِ حَوْلَهَا فَتَقَعُ  
عَلَى مَسَافَةِ (4452) مِليُونِ كَم، وَذَلِكَ عِنْدَمَا يَكُونُ فِي  
(الحَضِيضِ).



(المِيثَان) وَ(النَّشَادِر)، وَكُلُّهَا مُتَجَمِّدَةٌ بِفِعْلِ الْبُرُودَةِ الشَّدِيدَةِ  
السَّائِدَةِ عَلَى سَطْحِ هَذَا الْكَوْكَبِ وَفِي جَوِّهِ.  
وَمَعَ ارْتِفَاعِنَا عَنْ سَطْحِ هَذَا الْكَوْكَبِ، تَأْخُذُ الْحَرَارَةُ  
بِالْإِنْخِفَاضِ، مِمَّا يَدُلُّ عَلَى وُجُودِ إِشْعَاعٍ حَرَارِيٍّ بَاطِنِيٍّ يَنْطَلِقُ

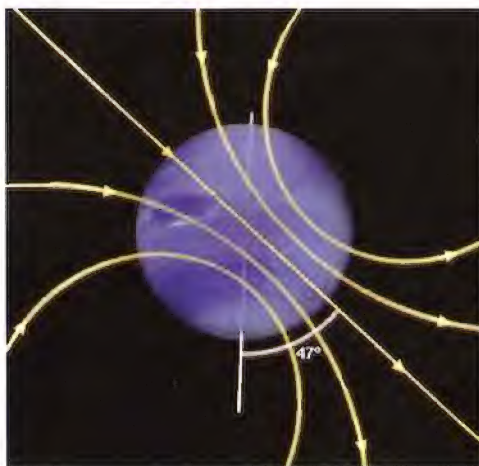


بِاسْتِمْرَارٍ نَحْوَ سَطْحِهِ، مُشَكِّلًا تَيَّارَاتٍ (حِمْلَانٍ) فِي جَوِّهِ،  
حَيْثُ تَنْدَفِعُ التَيَّارَاتُ الْهَوَائِيَّةُ الدَّافِئَةُ نَسْبِيًّا نَحْوَ الْأَعْلَى، بَيْنَمَا  
تَنْدَفِعُ تَيَّارَاتُ الْهَوَاءِ الشَّدِيدِ الْبُرُودَةِ نَحْوَ الْأَسْفَلِ، وَيُودِّي  
ذَلِكَ إِلَى إِحَاطَةِ جَوِّ هَذَا الْكَوْكَبِ بِطَبَقَةٍ كَثِيفَةٍ مِنَ الْغُيُومِ  
الْمُتَجَمِّدَةِ الدَّاكِنَةِ، وَالَّتِي تَنْتَشِرُ بَيْنَهَا أَحْزَمَةٌ مُوَازِيَةٌ لِخَطِّ

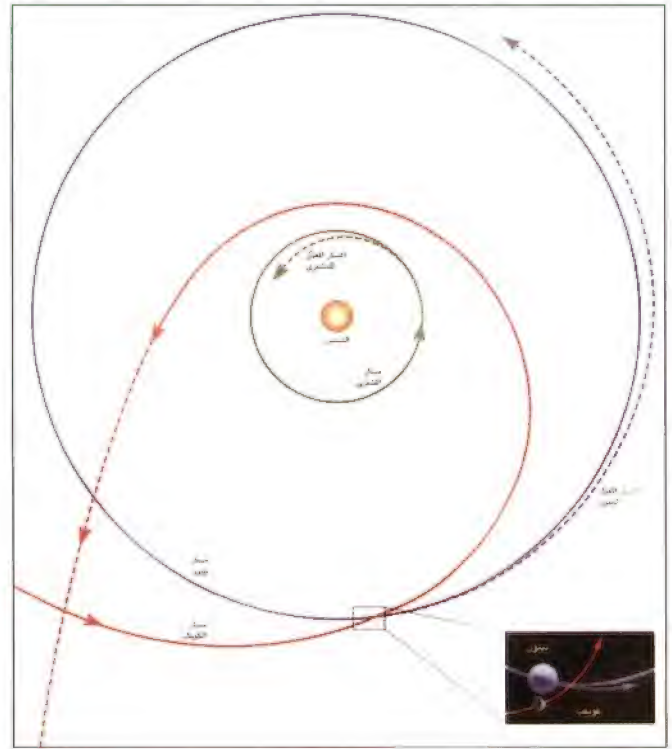


**الدَّوْرَةُ المِحْوَرِيَّةُ وَالانْتِقَالِيَّةُ لِكَوْكَبِ نَبْتُون**  
يُتِمُّ هَذَا الكَوْكَبُ دَوْرَةً وَاحِدَةً حَوْلَ نَفْسِهِ وَأَمَامَ الشَّمْسِ كُلَّ (16) سَاعَةٍ، وَدَوْرَتُهُ السَّرِيعَةُ اليَوْمِيَّةُ حَوْلَ نَفْسِهِ، مَعَ كَبَرِ حَجْمِهِ، هِيَ الَّتِي أَدَّتْ إِلَى انْتِفَاحِهِ عِنْدَ خَطِّ اسْتَوَائِهِ، وَتَفْلُطِحِهِ عِنْدَ مِثْقَلِيَّتِهِ الْقُطْبِيَّتَيْنِ. كَمَا يُتِمُّ دَوْرَتَهُ الانْتِقَالِيَّةَ حَوْلَ الشَّمْسِ خِلَالَ (164) سَنَةً وَ(299) يَوْمًا، وَ(7) سَاعَاتٍ وَ(12) دَقِيقَةً.  
وَيَظَلُّ مِحْوَرُهُ طَوِيلَةً تِلْكَ الدَّوْرَةَ مُشَكَّلًا مَعَ الْعُمُودِ النَّازِلِ عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِهِ زَاوِيَةً قَدَرُهَا (28.48).

**حَقْلًا نَبْتُونِ الكَهْرَبَائِيَّ وَالْمَغْنَطِيسِيَّ**  
مِنَ الْمُتَوَقَّعِ أَنْ يَكُونَ لِهَذَا الكَوْكَبِ حَقْلَانِ: أَحَدُهُمَا كَهْرَبَائِيٌّ، وَالثَّانِي مَغْنَطِيسِيٌّ، نَظَرًا لَوُجُودِ لُبٍّ مِنْ الْحَدِيدِ الْمُمَغْنَطِ فِي جَوْفِ نَوَاتِهِ، وَلَوُجُودِ سِتَارٍ مِنْ غَازٍ (الْهَيْدْرُوجِينِ) السَّائِلِ تَحْتَ قِشْرَتِهِ، بِالإِضَافَةِ إِلَى دَوْرَتِهِ السَّرِيعَةِ حَوْلَ نَفْسِهِ.

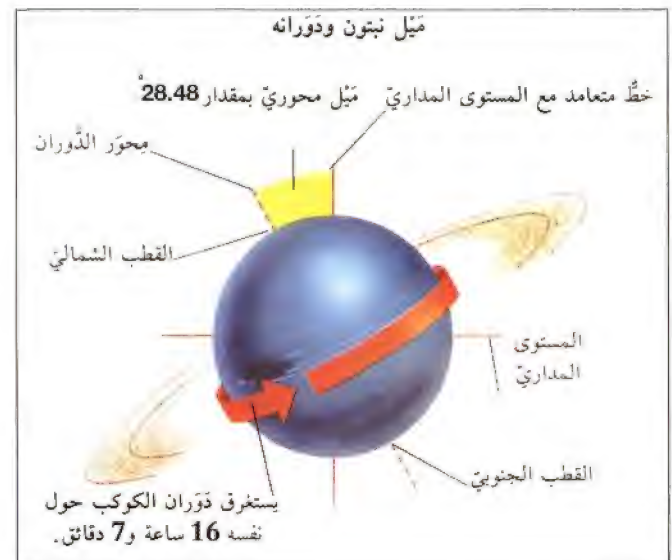


يَمِيلُ مِحْوَرُ دَوْرَانِ نَبْتُونِ عَلَى مِحْوَرِهِ الْمَغْنَطِيسِي بِزَاوِيَةٍ قَدَرُهَا (47).



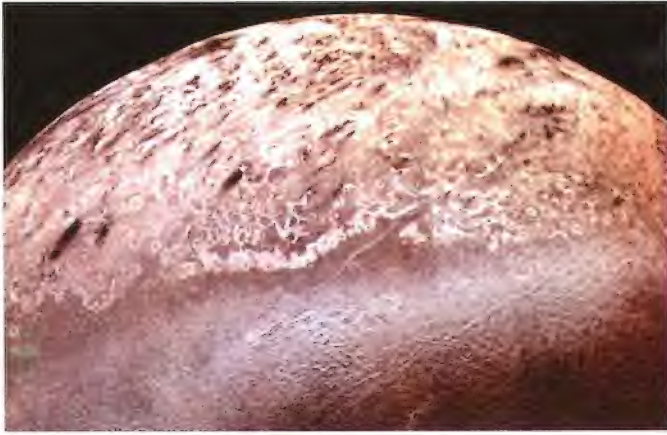
هُنَالِكَ نَظَرِيَّةٌ تَقُولُ إِنَّ كَوْكَبَ نَبْتُونِ الْمُتَشَكِّلَ حَدِيثًا وَسَطَ حَشْدٍ مِنَ الْأَجْسَامِ الصَّغِيرَةِ الصَّخَرِيَّةِ وَالْجَلِيدِيَّةِ، قَدْ ارْتَحَلَ عَنْ مَسَارِهِ الْأَصْلِيِّ إِلَى مَسَارِهِ الْحَالِيِّ بِسَبَبِ اضْطِدَامِ هَذِهِ الْأَجْسَامِ بِهِ.

وَعَلَى هَذَا فَإِنَّ الْمَسَافَةَ الَّتِي تَفْصِلُ بَيْنَ بُؤْرَتَيْ مَدَارِهِ لَا تَزِيدُ عَلَى (90) مِليُونِ كَمٍ تَقْرِيبًا ؛ وَهَذَا مَا يَجْعَلُ نِسْبَةَ تَرَاكُزِهِ لَا تَزِيدُ عَلَى (0.010).





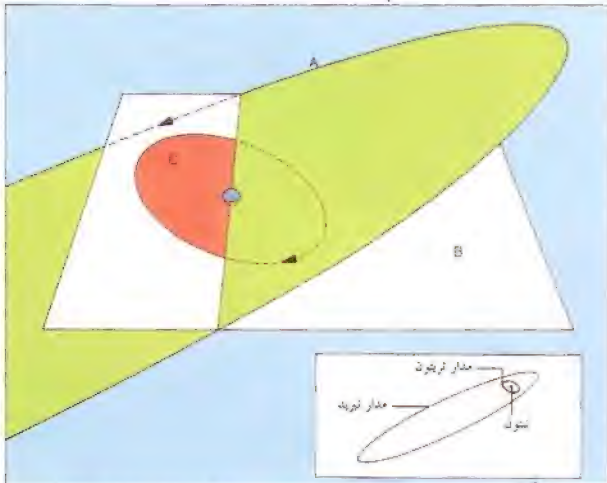
الكوكب نبتون (534.000 كم)، ويميل محوره على مستوى مداره بمقدار (160) درجة، أي أن قطبه الشمالي يميل نحو الجهة المعاكسة لجهة الكوكب نبتون بمقدار (70) درجة؛ وهذا ما يجعله يبدو للناظر إليه، أثناء دورانه حول هذا الكوكب، وكأنه مضطجع على جنبه. وهو يدور باتجاه عقارب الساعة حول نبتون، أي أن دورته تراجعية.



عالم غير شبيه بأي من العوالم الأخرى، هذا هو الوصف الذي أطلقه العلماء على القمر المعذب تريتون الذي يظهر في صورة مركبة.

## 2. القمر (نيريد) :

وكان قد اكتشفه العالم الفلكي (كوبر) عام (1949) م. يبلغ طول نصف قطره (300) كم، بعده الوسطي عن نبتون (5.570.000) كم.



يشكل محور نيريد مع مستوى مداره زاوية قدرها (27.24).

## حلقات نبتون

تحيط بهذا الكوكب (9) حلقات تدور فوق خط استوائه، وهي مؤلفة من أجرام كبيرة وصغيرة من الغازات المتجمدة والمتصلبة بفعل البرودة الشديدة السائدة في جوه وفي الفضاء الخارجي المحيط به. وهي قليلة السماكة وقليلة العرض، ولكنها كثيفة، مما يجعلها ذات لون داكن.

إن أبعد الحلقات عن معرفة العلماء وفهمهم هي حلقات نبتون. تحتوي الحلقة الخارجية على تجمعات تسمى أقواساً. وقد يتطلب فهمها زيارة سفينة فضائية أخرى.

لقد تبين أن «الأقواس الضائعة» هي كتلات ساطعة في حلقة نبتون الخارجية وتبدو هنا من مسافة قدرها (1.1) مليون كم عندما غادرت (فوياجر) الكوكب.



## بعض توابع نبتون

كان الاعتقاد السائد، بأن للكوكب نبتون قمرين فقط، وقد تم اكتشافهما، إلا أنه عندما بلغت المركبة (فوياجر-2) في شهر آب من عام 1989 م، جو هذا الكوكب، تبين أن ثمانية أقمار تتبعه، أهمها :

## 1. القمر (تريتون) :

وكان قد اكتشفه العالم الفلكي (لاسل) عام 1846 م. يبلغ طول نصف قطره (1900) كم، بعده الوسطي عن



في آب 2006م، حدّد علماء الفلك تعريف الكواكب خاصة بعد سلسلة اكتشافات جرّت في حزام كوبر - بعد كوكب نبتون - وقد تمّ استبعاد بلوتو إثر ذلك من كواكب المجموعة الشمسية، لينضمّ إلى مجموعة جديدة هي «الكواكب القزمة» وأصبح بذلك عدد كواكب المجموعة الشمسية ثمانية فقط.

وأتفق العلماء على أن يتم إطلاق كلمة كوكب، على كل جرم سماوي شرط أن يتحرّك، في مدار حول نجم ولا يكون هو نفسه نجماً. ويجب أن تكون كتلته كبيرة بدرجة تكفي، لأن تقوم جاذبيته بجمع أطراره في شكل شبه كروي، وأن يكون مداره محدداً بوضوح عن الأجرام المجاورة له. وبلوتو طبقاً لذلك لا تنطبق عليه الشروط، لأن مداره يتداخل مع مدار نبتون. وستناول أهم كواكب هذه المجموعة.

### بلوتو Pluto

كان بلوتو الكوكب التاسع من حيث بُعده عن الشمس بين كواكب المنظومة الشمسية، إذ يأتي بعد (عطارد، الزهرة، الأرض، المريخ، المشتري، زحل، أورانوس، نبتون). ويبعد عن الشمس وسطياً (5913.5) مليون كم، أي ما يعادل (39.529) وحدة فلكية.

ويأتي بلوتو في المرتبة الثامنة من حيث حجمه بين كواكب المنظومة الشمسية بعد (المشتري، زحل، أورانوس، نبتون، الأرض، الزهرة، المريخ)، إذ يبلغ طول نصف قطره الاستوائي (2500) كم.

### حَلَقَات وأَقْمَار نَبْتُون

حلقا بلو قريبه وادامير



طُورَ القَطرُبا عَرباير عام 1989م تَكيّف عن تَحلّلات في الحَلَقَة الخارجيّة، رُكّبا كائت تَبيّة لَحاوِب مُعَقَّد مع أَحد الأَقمار.



تَظهَر الأَقمار الحَلَقِيّة أَهْلاً في هَذه الشُّرّة الّتي تَقطّعا بَرقاً هابِل القَصراني عام 1998م، إَضافة إلى اِستِمرار وُجُوه هَذه الأَقمار فَقَد تَحرّكت أَهْلاً في مَدارِيت الخُفض قليلاً مَما كان مُتَوَقَّعاً



تَقطّ الأَزماد الأَرضيّة الّتي تَتم الخُصُوصَ عَليها عام 1998م، مَع نتائج هابِل



### الكواكب القزمة

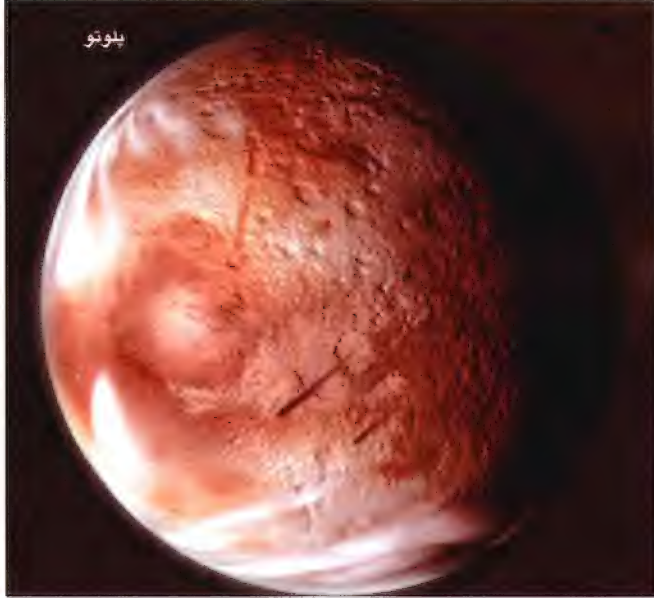
### Dwarf planets



مَجْمُوعَة الأَجرام القَزمة الّتي تَتم اِكتِشافُها في حَزام كُوبِير، وَقَد انضَمَّ إليها كَوكَب بلوتو.



وَبَعْدَ أَنْ تَطَوَّرَتِ الْمَرَاقِبُ الْفَلَكَيَّةُ وَوَسَائِلُ الرِّصْدِ،  
اسْتَطَاعَ الْكَشْفَ عَنْهُ عِنْدَمَا لَاحَظَ أَنَّهُ قَدْ غَيَّرَ مَوْقِعَهُ بِالنِّسْبَةِ  
لِلنُّجُومِ الْمُجَاوِرَةِ.



### كثافة بلوتو

مِنَ الْمُرَجَّحِ أَنْ تَكُونَ كَثافتهُ الْوُسْطَى (4) غ/سم<sup>3</sup>.

### كُتْلَةُ بلوتو (وزنه)

تُقَدَّرُ كُتْلَةُ هَذَا الْكَوْكَبِ بِـ (0.11) مِنْ كُتْلَةِ الْأَرْضِ،  
وَهَذَا رَاجِعٌ إِلَى صِغَرِ حَجْمِ هَذَا الْكَوْكَبِ، وَطَبِيعَةِ الْمَوَادِّ  
الْمُرَكَّبَةِ لَهُ.

### بُنْيَةُ بلوتو

لَمْ يَتِمَّ التَّعَرُّفُ بِشَكْلِ مُوَكَّدٍ عَلَى تَرْكِيبِ وَبُنْيَةِ هَذَا  
الْكَوْكَبِ، فَبَعْضُ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ يَرَى أَنَّهُ مُؤَلَّفٌ مِنْ غَازَاتٍ  
مُتَجَمِّدَةٍ كَالْأَمُونِيَاكِ وَالنَّشَادِرِ وَالْمِيتَانِ، وَأَنَّهُ لَا وُجُودَ لِغَازِي  
(الْهَيْدُرُوجِينَ وَالْهَلِيُومِ) فِيهِ أَوْ عَلَيْهِ، إِذْ إِنَّهُمَا هَرَبَا مِنْ جَوْهِ  
إِلَى الْفَضَاءِ الْقَائِمِ بَيْنَ النُّجُومِ، وَإِنَّ الضَّغْطَ الْوَاقِعَ عَلَى بَاطِنِ



لَا يُمَكِّن - مِنَ الْأَرْضِ - رُؤْيَا تَفْصِيْلَاتِ سَطْحِ بِلُوتُو بِوُضُوحٍ، لَكِنَّ أَفْضَلَ  
تَحْمِينَاتِ الْفَلَكَيِّينَ الْمُتَعَلِّقَةِ بِهَذَا الْكَوْكَبِ مُوضَحَةٌ فِي هَذِهِ الصُّورَةِ الَّتِي  
تَخِيلُهَا رِسَامٌ، إِذْ يُعْتَقَدُ أَنَّ سَطْحَ بِلُوتُو مُكَوَّنٌ مِنْ نِتْرُوجِينٍ وَأَحَادِي أَوْكْسِيدِ  
الْكَرْبُونِ وَغَازِ الْمِيتَانِ وَجَلِيدٍ. وَيَبْدُرُ أَنَّ بَعْضَ هَذِهِ الْمَادَّةِ يَنْسَامِي إِلَى مُخْلَخَلٍ  
عِنْدَمَا يَكُونُ الْكَوْكَبُ فِي ذَلِكَ الْجُزْءِ مِنْ مَدَارِهِ الَّذِي هُوَ أَقْرَبُ مَا يُمَكِّنُ مِنَ  
الشَّمْسِ. وَقَدْ تَرْتَفِعُ مُوجَّاتٌ مِنَ الْمَاءِ الْحَارِّ مِنْ وَقْتٍ لآخر، مُلْقِيَةً أَعْمَدَةً  
مِنَ الْغَازِ وَالْجَلِيدِ إِلَى ارْتِفَاعَاتٍ تُقَدَّرُ بِعِدَةِ كِيلُومِتْرَاتٍ فَوْقَ السَّطْحِ وَيُرَى  
تَشِيرُونَ، قَمَرِ بِلُوتُو فِي الْأَعْلَى.

### شَكْلُ بلوتو

نَظَرًا لِبُعْدِ هَذَا الْكَوْكَبِ عَنِ الْأَرْضِ، وَلِصِغَرِ حَجْمِهِ،  
وَلِخُفُوتِ ضَوْئِهِ الَّذِي يَقَلُّ عَنْ ضَوْءِ الْكَوْكَبِ نَبْتُونَ بِمِقْدَارِ  
(600) مَرَّةً، فَإِنْ اكْتِشَافَ هَذَا الْكَوْكَبِ قَدْ تَأَخَّرَ، إِذْ لَمْ يُكْتَشَفْ  
إِلَّا عَامَ 1930م، عَلَى يَدِ الْعَالِمِ الْفَلَكَيِّ (كَلَايدِ تومباو).

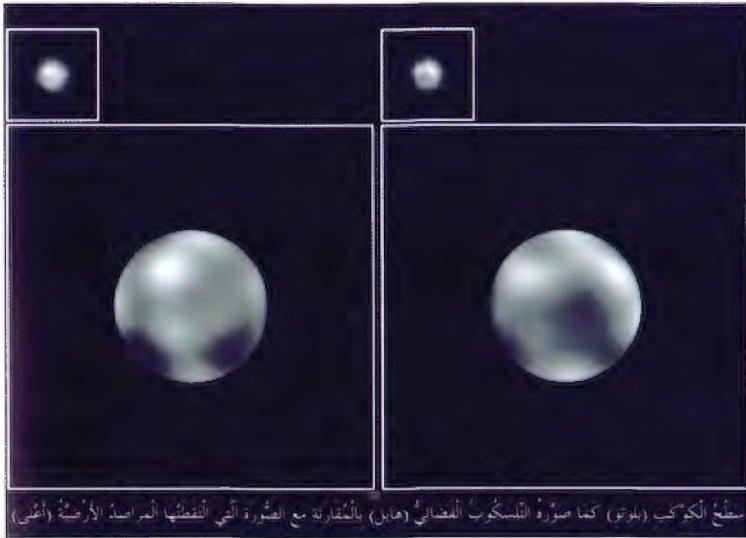


الْعَالِمُ الْفَلَكَيُّ (كَلَايدِ تومباو)



## سَطْحُ بِلوتو

يُعتَقَدُ بِأَنَّ سَطْحَهُ كَسَطَحِ الكَوَكَبِ نَبْتُون، أَيْ أَنَّهُ هَادِي، خَالٍ مِنَ التَّشْوِيشِ.



سَطْحُ الكَوَكَبِ (بلوتو) كما صُوِّرَ بالتلسكوب الفضائي (هابل) بالمقارنة مع الصورة التي التقطتها المركبة الفضائية (نيس)

## الْغِلَافُ الْغَازِي لِبِلوتو

يَتَأَلَّفُ الْغِلَافُ الْجَوِّي لِهَذَا الكَوَكَبِ مِنْ غَازَاتِ (الأمونياك والنشادر والميثان) وَكُلُّهَا مُتَجَمِّدَةٌ وَمُتَصَلِّبَةٌ بِسَبَبِ الْبُرُودَةِ الشَّدِيدَةِ السَّائِدَةِ عَلَى سَطْحِ هَذَا الكَوَكَبِ، وَفِي جَوْهٍ، وَالَّتِي تُقَدَّرُ وَسَطِيًّا بِ (230-) دَرَجَةِ مِثْوِيَّةٍ.

### تركيب الغلاف الجوي

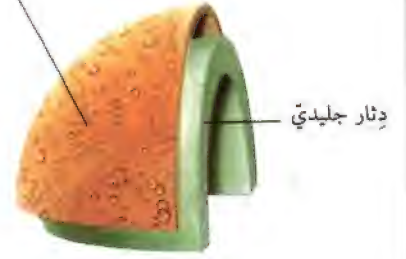
ميثان قد يكون ممزوجاً بالنيتروجين 100٪

## مَدَارُ بِلوتو

مَدَارُ هَذَا الكَوَكَبِ مَدَارٌ إِهْلِيلَجِيٌّ كَثِيرُ التَّفَلُّطِ، يَبْلُغُ طُولَ قُطْرِهِ الْكَبِيرِ (11827) مِليُونِ كَم، وَأَقْصَى بُعْدٍ لِلْكَوَكَبِ بِلوتو عَنِ الشَّمْسِ خِلَالَ دَوْرَتِهِ الْإِنْتِقَالِيَّةِ حَوْلَهَا هُوَ (7403.5) مِليُونِ كَم، وَذَلِكَ عِنْدَمَا يَكُونُ فِي الْأَوْجِ، أَمَّا أَقْرَبُ مَسَافَةٍ تَفْصِلُ بَيْنَهُ وَبَيْنَ الشَّمْسِ أَثْنَاءَ دَوْرَانِهِ حَوْلَهَا فَتَبْلُغُ (4423.5) مِليُونِ كَم، وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ الْمَسَافَةَ بَيْنَ

هَذَا الكَوَكَبِ قَدْ حَوَّلَ مَا فِيهِ مِنْ غَازَاتٍ إِلَى مَادَّةٍ شَدِيدَةِ الصَّلَابَةِ. بَيْنَمَا يَرَى بَعْضُ الْعُلَمَاءِ الْفَلَكَائِيِّينَ الْآخَرِينَ أَنَّ بُنْيَةَ هَذَا الكَوَكَبِ تُشَبِّهُ بُنْيَةَ نَبْتُون وَزُحَل، أَيْ أَنَّهُ مُؤَلَّفٌ مِنْ قِشْرَةٍ صُلْبَةٍ مِنْ غَازَاتِ (الأمونياك والنشادر والميثان) الْمُتَجَمِّدَةِ تَحْتَ وَطْأَةِ الْبُرُودَةِ الشَّدِيدَةِ الَّتِي تَسُوْدُ سَطْحَ هَذَا الكَوَكَبِ وَجَوْهٍ، وَمِنْ نَوَاةٍ مُؤَلَّفَةٍ مِنَ الْحَدِيدِ وَالصَّخْرِ، وَأَنَّ نَشَأَ هَذَا الكَوَكَبِ لَا تَخْتَلِفُ عَنِ نَشَأِ الْكَوَاكِبِ الْغَازِيَّةِ فِي الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ كَالْمُسْتَرِي وَغَيْرِهِ.

سطح من جليد الماء والميثان



الْبُنْيَةُ الدَّاخِلِيَّةُ لِكَوَكَبِ بِلوتو

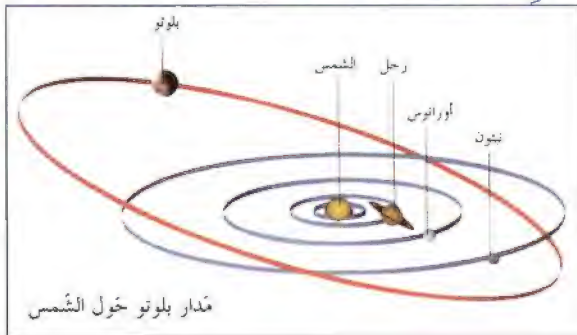
وَهُنَاكَ عُلَمَاءٌ فَلَكٌ آخَرُونَ يَعْتَقِدُونَ بِأَنَّ هَذَا الكَوَكَبِ كَانَ فِي الْأَصْلِ قَمَرًا مِنْ أَقْمَارِ الكَوَكَبِ نَبْتُون وَأَنَّهُ خَرَجَ مِنْ نِطَاقِ جَاذِبِيَّتِهِ فِي الْفَتْرَةِ الَّتِي كَانَ فِيهَا هَذَا الكَوَكَبُ يَفْقِدُ أَجْزَاءً مِنْ كُتْلَتِهِ، وَاتَّخَذَ لَهُ مَدَارًا خَاصًّا بِهِ حَوْلَ الشَّمْسِ. وَهُنَاكَ فِتْنَةٌ ثَالِثَةٌ مِنْ عُلَمَاءِ الْفَلَكَ يَعْتَقِدُونَ بِأَنَّ بِلوتو كَانَ جُزْأً صَخْرِيًّا مَعْدِنِيًّا مُنْطَفِنًا دَخَلَ مَجَالَ جَاذِبِيَّةِ الشَّمْسِ، وَاتَّخَذَ لَهُ مَدَارًا حَوْلَهَا.

## أَبْعَادُ بِلوتو

لَمْ يَسْتَطِعْ عُلَمَاءُ الْفَلَكَ التَّعَرُّفَ عَلَى أَبْعَادِ هَذَا الكَوَكَبِ، بِاسْتِنَاءِ طُولِ نِصْفِ قُطْرِهِ الْإِسْتَوَائِيِّ الْمُقَدَّرِ بِ (2500) كَم.

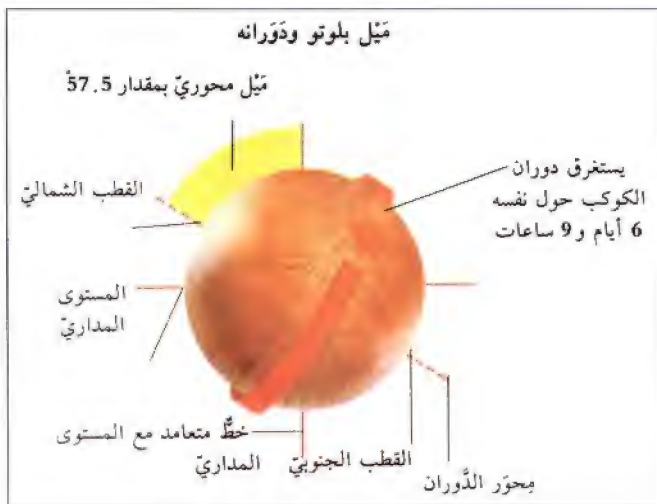


## ميل محور بلوتو على مستوى دائرة الكسوف

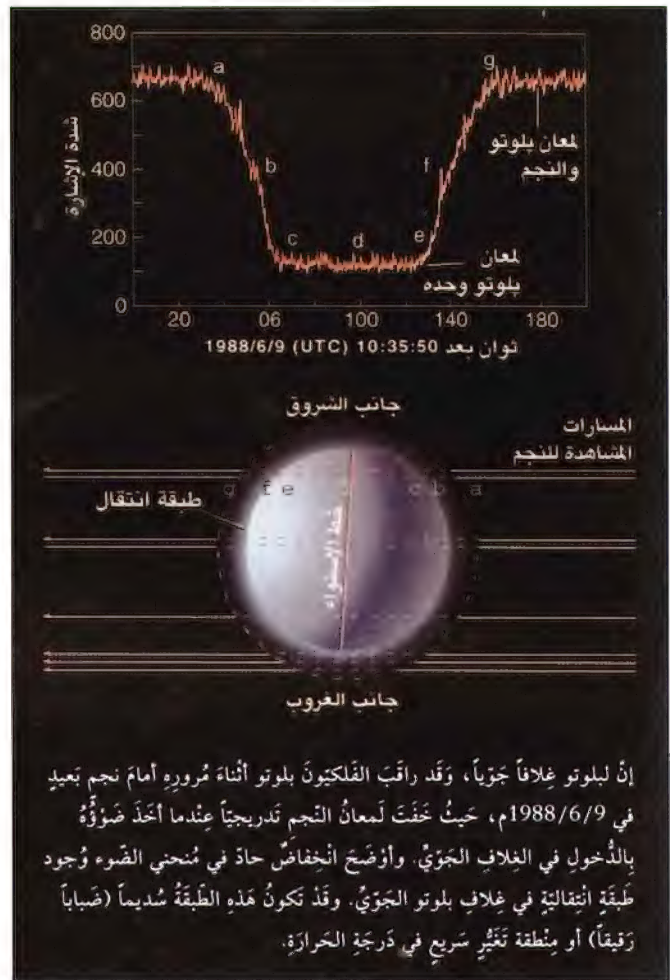


يُشكّل محور هذا الكوكب مع مستوى دائرة الكسوف والخسوف زاوية قدرها (17.19) طيلة دورته المحورية حول الشمس. أما الزاوية التي يشكلها محوره مع مستوى مداره أثناء دورته الانتقالية حول الشمس فهي (57.5).

## دورة بلوتو المحورية والانتقالية



يدور هذا الكوكب على محوره - أي حول نفسه - وأمام الشمس دورة واحدة كل (6) أيام و(9) ساعات. ويدور دورة واحدة انتقالية حول الشمس خلال مدة (248) سنة و(193) يوماً و(10) ساعات و(48) دقيقة. والنور الذي يعكسه بلوتو من نور الشمس لا يزيد على (15000/1) من مقدار النور الذي يعكسه سطح الأرض.



إن لبلوتو غلافاً جويّاً، وقد راقب الفلكيون بلوتو أثناء مروره أمام نجم بعيد في 1988/6/9م، حيث خفت لمعان النجم تدريجياً عندما أخذ ضوءه بالدخول في الغلاف الجوي. وأوضح انخفاض حاد في منحنى الضوء وجود طبقة انتقالية في غلاف بلوتو الجوي. وقد تكون هذه الطبقة شديداً (ضباباً رقيقاً) أو منطقة تتغير سريع في درجة الحرارة.

بُورتي مداره كبيرة تبلغ (2980) مليون كم، وهذا ما يجعل نسبة تراكزه في مداره أكبر من نسبة تراكز أي كوكب آخر من كواكب المجموعة الشمسية، إذ تبلغ (0.248)، وهذا ما يجعل مدار الكوكب بلوتو يتقاطع مع مدار الكوكب نبتون مرتين كل (248) سنة و(193) يوماً و(10) ساعات و(48) دقيقة؛ وبعد انقضاء (62) سنة على التقاطع الأول، يصبح الكوكب بلوتو أقرب إلى الشمس من نبتون بمقدار (50) مليون كم، وآخر تقاطع جرى بين المدارين المذكورين كان في عام 1989م، أما التقاطع الثاني فسيقع في عام (2113)م، أي بعد التقاطع الأول بمدة (124) سنة ميلادية.



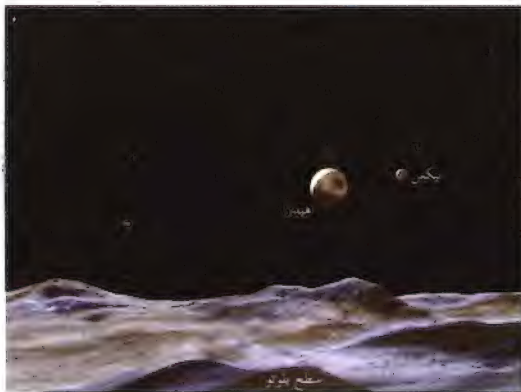


مقارنة مساحة تشيرون و بلوتو  
مساحة الولايات المتحدة الأمريكية

وَيُشَكِّلُ مِحْوَرَهُ مَعَ مُسْتَوَى مَدَارِهِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (105) دَرَجَاتٍ، أَيْ أَنَّ قُطْبَهُ الشَّمَالِيَّ يَمِيلُ نَحْوَ الْجِهَةِ الْمُعَاكِسَةِ لِلْكَوْكَبِ بِلُوتُو بِمِقْدَارِ (105) دَرَجَاتٍ.

## 2. الْقَمَرَانِ (نِيكْس) وَ (هَيْدِرَا)

فِي أَيَّارٍ مِنْ عَامِ 2005م، أَعْلَنَ عُلَمَاءُ وَكَالَةِ الْفَضَاءِ (ناسا) اكْتِشَافَ قَمَرَيْنِ جَدِيدَيْنِ يَدُورَانِ حَوْلَ بِلُوتُو، مِنْ خِلَالِ تِلْسَكُوبِ الْفَضَاءِ هَابِل. وَبِذَلِكَ يُصْبِحُ عِدَدُ أَقْمَارِهِ ثَلَاثَةً. فَأَصْبَحَ بِذَلِكَ الْجِسْمُ الْوَحِيدَ فِي حِزَامِ كُوبَرِ الَّذِي يَدُورُ حَوْلَهُ ثَلَاثَةُ أَقْمَارٍ، وَقَدْ أُطْلِقَ عَلَى الْقَمَرَيْنِ اسْمَانِ عِلْمِيَّانِ مُؤَقَّتَانِ هُمَا : S/2005 P1, S/2005 P2.



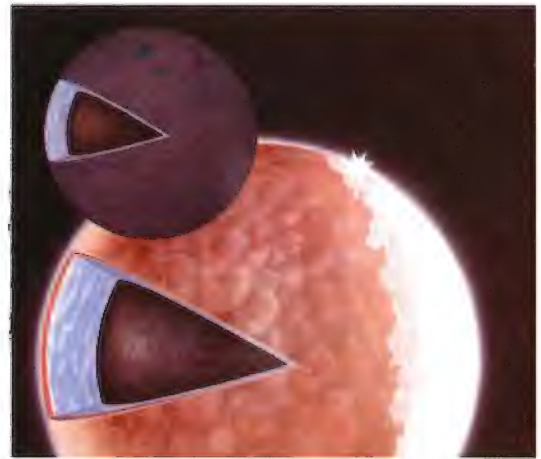
ثُمَّ أُطْلِقَ الْاتِّحَادُ الدُّوْلِيُّ الْفَلَكِيُّ (وهو الجهة المُخَوَّلَةُ بِإِطْلَاقِ الْأَسْمَاءِ عَلَى الْأَجْرَامِ السَّمَاءِيَّةِ) اسْمَ (نِيكْس) عَلَى الْقَمَرِ : S/2005 P1، (وهيدرا) عَلَى الْقَمَرِ S/2005 P2.

الْحَقْلَانِ الْكَهْرَبَائِيَّ وَالْمَغْنَاطِيْسِيَّ لِبِلُوتُو لَمْ يَتِمَّ الْكَشْفُ بَعْدُ عَنْ وُجُودِ مِثْلِ هَذَيْنِ الْحَقْلَيْنِ فِي هَذَا الْكَوْكَبِ، وَإِنْ كَانَ مِنَ الْمُرْجَحِ أَنْ تَكْشِفَ الْأَبْحَاثُ الْمُقْبِلَةُ عَنْ وُجُودِهِمَا، أَسْوَةً بِالْكَوَاكِبِ الْغَازِيَّةِ كَالْمُسْتَرِي، وَزُحَل، وَأُورَانُوس، وَنَبْطُون.

## تَوَابِعُ بِلُوتُو

### 1. الْقَمَرُ (تَشِيرُون) :

فِي عَامِ 1978م، أَعْلَنَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (كْرِيسْتِي) عَنْ اكْتِشَافِهِ لِقَمَرٍ تَابِعٍ لِلْكَوْكَبِ بِلُوتُو، وَقَدْ أُطْلِقَ عَلَيْهِ اسْمُ (تَشِيرُون)، يَقَعُ عَلَى مَسَافَةِ (20.000) كَمٍ مِنْ هَذَا الْكَوْكَبِ، وَيَتِمُّ دَوْرَةٌ وَاحِدَةٌ حَوْلَ بِلُوتُو كُلَّ (6) أَيَّامٍ وَ (9) سَاعَاتٍ وَ (16) دَقِيقَةً وَ (51) ثَانِيَةً.



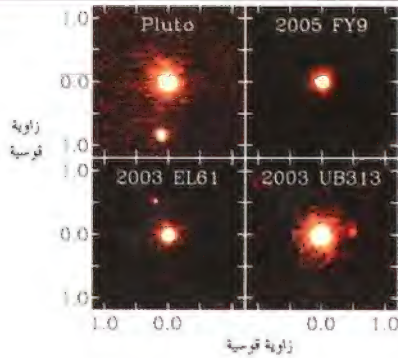
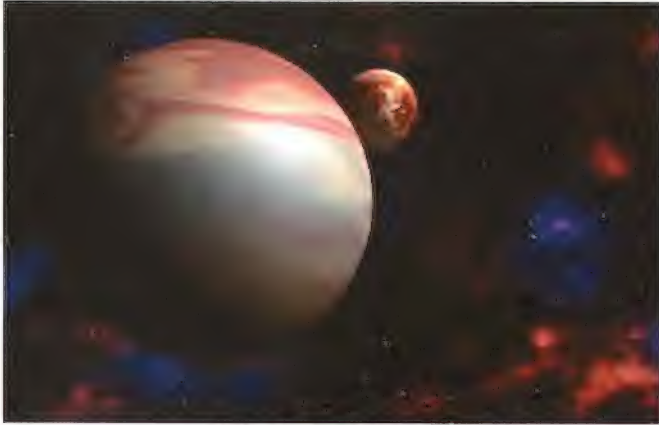
يَبْدُو كَوَكَبًا بِلُوتُو وَتَشِيرُون مُخْتَلِفَيْنِ عَلَى نَحْوِ مُذْهَلٍ، لَقَدْ صَارَ الْمِثْلَانِ الْمُتَجَمِّدُ عَلَى سَطْحِ بِلُوتُو ضَارِبًا إِلَى الْحُمْرَةِ بِسَبَبِ الْإِشْعَاعِ الشَّمْسِيِّ. وَقَدْ سَمَّحَتْ الثَّقَالَةُ الضَّعِيفَةُ لِلْمِثْلَانِ بِأَنْ يَهْرَبَ مِنْ تَشِيرُونِ كَاشِفًا طَبَقَةً مِنْ جَلِيدِ الْمَاءِ. وَلِكَيْلَا الْجُرْمَيْنِ نَوَاتَانِ صَخْرِيَّتَانِ كَبِيرَتَانِ، وَمِنْ الْوَاضِحِ أَنَّ عَمَلِيَّةَ مَا دَعِمَتْ تَكُونُ مَرَكِبَاتٍ شَبِيهَةٍ بِالصُّخُورِ عَلَى حِسَابِ الْجَلَائِدِ فِي النِّظَامِ الشَّمْسِيِّ الْخَارِجِيِّ. وَمُنْذُ عَامِ 1985م، ظَهَرَ تَشِيرُونُ مَارًا أَمَامَ بِلُوتُو وَخَلْفَهُ، الْأَمْرُ الَّذِي سَمَحَ بِإِجْرَاءِ أَوَّلِ قِيَاسَاتٍ دَقِيقَةٍ لِبِلُوتُو.



وتستغرق هذه الرحلة قرابة (10 سنوات) طيراتها على طول المسار المخطط لها سيجعلها تتجه في البداية لتقوم بطيران منخفض فوق المشتري. عندئذ سيستفاد من ثقل الكوكب لقيذف السفينة نحو بلوتو (المدار الأصغر) وبعد دراسة المشتري عام 2007م، ستصل لنظام (بلوتو - تشيرون) عام 2015م.

### إيريس Eris

إن كتلة المجموعة الشمسية المحسوبة أكبر من الكتلة الموجودة فلكياً اليوم، لذلك يقول العلماء بوجود كواكب أخرى في المجموعة الشمسية، أي يمكن أن يوجد كوكب عاشر وحادي عشر وثاني عشر... إلخ. إلى ما هنالك من الكواكب التي قد تماثل الأرض حجماً في مدارات مختلفة الزوايا.



زوايا رؤية الكواكب القزمة.

يعود السبب في ذلك إلى كون الجاذبية لكوكب بلوتو وحدها لا تفسر شكل مداري أورانوس ونبتون. مما يفترض



القمران المكتشفان يدوران حول بلوتو في اتجاه عكس عقارب الساعة. وقد أطلق على القمرين الجديدين اسمان هما (نيكس و هيدرا) ويتراوح قطرها بين (45 و 160 كم) وتشير المعطيات الأولية إلى أن القمرين يدوران حول بلوتو على مسافة تقدر على الأقل بضعف بعد تشيرون عنه.

### استكشاف بلوتو من جديد

في كانون الثاني 2006م، أطلقت ناسا السفينة الفضائية (نيوهوايزونز) لاستكشاف كوكب بلوتو وقمره تشيرون بالإضافة لاستطلاع عدة أجسام جليدية في حزام كوبر.



توجه المنيعة الفضائية (نيوهوايزونز) لاستكشاف كوكب بلوتو وأقماره



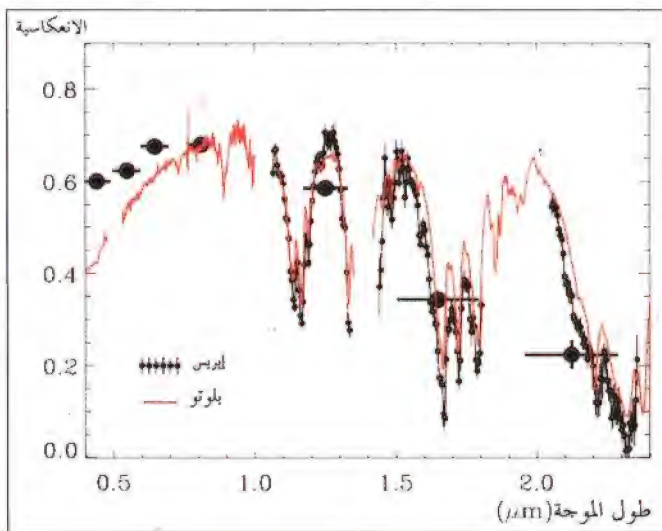
### سطح إيريس

تبلغ درجة الحرارة على سطح (إيريس) حوالي (240 درجة مئوية تحت الصفر) مما يجعله أبرد مكان معروف في المجموعة الشمسية.



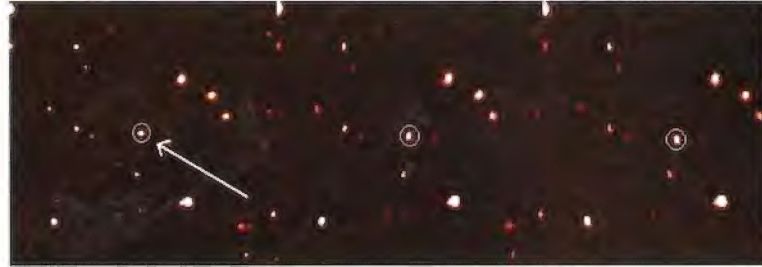
يمكن لأي مراقب على سطح إيريس أن يحجب قرص الشمس برأس دبوس.

ولأن إيريس أصغر قليلاً مما كان يُعتقد من قبل، لكنه أكثر بريقاً. فلا بُدَّ أن يكون واحداً من أكثر الأجرام عكساً لأشعة الشمس في المجموعة الشمسية. والجرم الوحيد الأكثر قدرة منه على عكس أشعة الشمس هو القمر إنسيلادوس، وهو قمر نشط جيولوجياً يدور حول الكوكب زحل.



مُقارنة بين انعكاسية بلوتو وإيريس.

وجود كواكب ذات كتلة أكبر تشدهما حول المسارين اللذين يتخذانهما حالياً.



تُظهر الصور التي أُخذت للكوكب إيريس حركته البطيئة في السماء خلال (3) ساعات ويعود السبب في تأخر اكتشافه إلى ميل مداره بزاوية (+4 درجة) عن مدارات الكواكب الأخرى في المجموعة الشمسية.

في 21 تشرين الأول عام 2003م، أعلن الباحثون في مرصد جبل بالومار وهم: براون، تروجيلو، رابانوفيتش، عن اكتشاف إيريس. الذي أسموه UB313 2003 أولاً ثم أطلقوا عليه اسم إيريس.

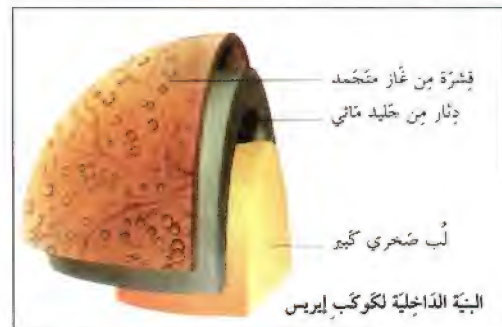
### شكل إيريس

كروي مثل بلوتو، وهو خالٍ من التفلطح عند القطبين أو الانتفاخ عند خط الاستواء.



### بنية إيريس

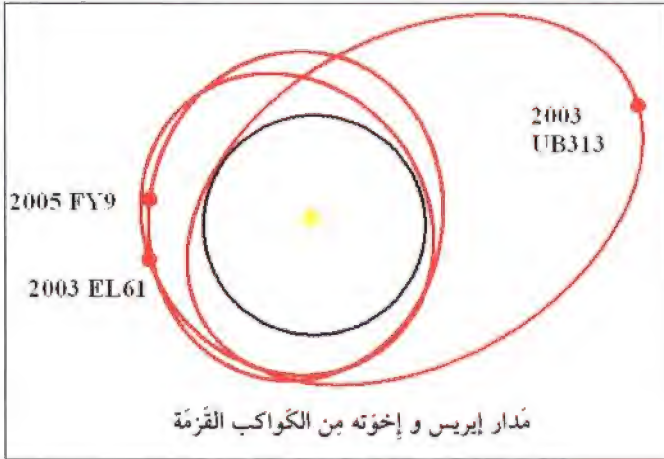
يُشبه تركيبه تركيب بلوتو، من جليد وصخور.





### مَدَارُ إِيرِيس

يَمِيلُ مَدَارُ إِيرِيس (44° درجة) مُقَارَنَةً بِمَدَارَاتِ الكَوَاكِبِ الأُخْرَى، وَيَسْتَعْرِقُ (560 سنة) لِئَصْبَحَ بِالقُرْبِ مِنْ كَوَكَبِ نَبْتُون.



### تَوَابِعِ إِيرِيس

فِي العَاشِرِ مِنْ كَانُونِ الثَّانِي عَامِ 2005م، تَمَكَّنَ الفَلَكَايُونُ فِي مَرَصِدِ لِيك، مِنْ رَصْدِ قَمَرٍ تَابِعٍ لِلْكَوَكَبِ القَزْمِ إِيرِيس أُطْلِقَ عَلَيْهِ اسْمُ (دِيسْنُومِيَا).



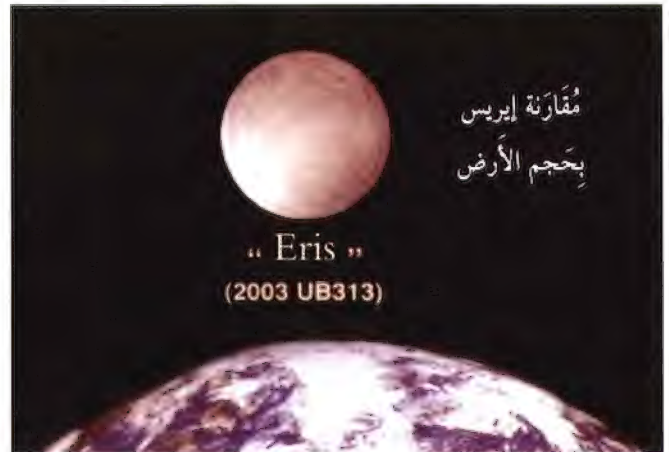
وَرُبَّمَا يَعُودُ بَرِيقُ إِيرِيس وَقُدْرَتُهُ العَالِيَةُ عَلَى عَكْسِ أَشْعَةِ الشَّمْسِ إِلَى وُجُودِ غَازِ المِثَانِ المُتَجَمِّدِ عَلَى سَطْحِهِ، وَرُبَّمَا كَانَ لِهُذَا الكَوَكَبِ غِلَافُهُ الجَوِّي، لَكِنَّهُ تَجَمَّدَ وَالتَّصَقَّ بِسَطْحِهِ فِي صُورَةِ جَلِيد.

وَهُنَالِكَ تَفْسِيرٌ آخَرُ يَقُولُ: إِنَّ تَسَرُّبَ غَازِ المِثَانِ إِلَى سَطْحِهِ البَارِدِ مِنْ بَاطِنِهِ الدَّافِئِ يَجْعَلُهُ يَتَجَمَّدُ عَلَى الفَوْرِ فِي صُورَةِ صُلْبَةٍ، فَيُغَطِّي الفُؤَاهَاتِ البُرْكَانِيَّةَ وَتَضَارِيسَ الكَوَكَبِ الأُخْرَى لِيَبْدُو مُسْتَوِيًّا وَلَامِعًا أَمَامَ عَدَسَاتِ تِلْسُكُوبِ الفُضَاءِ هَابِل.

### أَبْعَادُ إِيرِيس وَحَجْمُهُ

يُعْتَبَرُ إِيرِيس أَكْبَرَ جَرَمٍ مُكْتَشَفٍ مُنْذُ اكْتِشَافِ قَمَرِ نَبْتُونِ تَرِيتُونِ عَامِ 1876م، وَهُوَ أَكْبَرُ مِنْ بَلُوتُو قَلِيلًا. وَهُوَ يُعْتَبَرُ عُضْوًا فِي حِزَامِ كُوبَر، يَبْلُغُ قُطْرُهُ (2600 كم) أَي رُبْعَ حَجْمِ الأَرْضِ. وَتُعَادِلُ مِسَاحَةُ الكَوَكَبِ إِيرِيسِ الَّذِي يَبْعُدُ عَنِ الأَرْضِ (16 مِلْيَارِ كم) نِصْفَ مِسَاحَةِ الوِلَايَاتِ المُتَّحِدَةِ الأَمْرِيكِيَّةِ.

وَالوَاقِعُ أَنَّ اكْتِشَافَ حَجْمِ إِيرِيسِ قَرِيبٌ مِنْ حَجْمِ بَلُوتُو، يَكَادُ يَجْعَلُ مِنْهُ تَوَعُّمًا لَهُ.







وَجُودِ كَوَكَبٍ يَقَعُ مَدَارُهُ فِي تِلْكَ الْمَسَافَةِ .  
وَبِرْغَمِ بَحْثِهِ الْجِدِّيِّ لِإِجَادِ حَلٍّ لِهَذِهِ الْمُشْكِلَةِ ، فَإِنَّهُ لَمْ  
يَصِلْ إِلَى نَتِيجَةٍ ، وَلَمْ يَتِمَّكَزْ مِنَ الْعُثُورِ عَلَى ذَلِكَ الْكَوَكَبِ ،  
الَّذِي حَكَمَ بِوُجُودِهِ ، دُونَ أَنْ يَهْدِيَهُ رَصْدُهُ إِلَيْهِ . وَلَمَّا جَاءَ

## الْكُويْكَبَاتُ

## Asteroids



• **إيدا Ida** الذي اكتشفته عام 1993 سفينة  
الفضاء كاليبسو كان أول كوكب  
يعرف بأن له قمراً صغيراً سُمي  
داكتيل Dactyl (في عام 1997  
وجد الفلكيون أن الكويكب  
ديونيسس Dionysus قد يكون  
له قمر أيضاً) ويبلغ طول إيدا  
52 كيلومتراً (32 ميلاً)، ويبدو  
أن له حقلاً مغناطيسياً خاصاً به  
وتنشر فوهاته إلى أن عمره يبلغ  
نحو مليون عام

• **كاسيرا Gaspra**  
هو أول كويكب  
يُصور عن قرب عندما  
مرت سفينة الفضاء  
كاليبسو بجانبه وهي في  
طريقها نحو المريخ

## حَزَامَةُ الْكُويْكَبَاتِ

### 1. بَيْنَ الْمَرِيخِ وَالْمُشْتَرِي

كَانَ (كَيْلِر) الْفَلَكِيُّ الْأَلْمَانِيُّ (1571 - 1630) م ، قَدْ  
لَا حَظَّ أَنَّ الْمَسَافَةَ الَّتِي لَا يَسْغُلُهَا كَوَكَبٌ بَيْنَ الْمَرِيخِ وَالْمُشْتَرِي  
غَيْرُ طَبِيعِيَّةٍ ، وَلَا تَتَّفَقُ مَعَ قَوَانِينِ الْجَاذِبِيَّةِ ، وَأَنَّهُ لَا بُدَّ مِنْ

الْعَالِمُ الْأَلْمَانِيُّ (يُوهَانُ أَلْبِرْتُ بُود) (1747 - 1826) م ، وَالَّذِي  
أَصْبَحَ فِيمَا بَعْدُ مُدِيرًا لِمَرْصِدِ بَرْلِينِ الْفَلَكِيِّ ، قَامَ بِأَبْحَاثٍ تَتَعَلَّقُ  
بِالْكُويْكَبِ ، وَانْتَهَى مِنْهَا إِلَى أَنَّ الْأَبْعَادَ الْقَائِمَةَ بَيْنَ الْكُويْكَبِ  
تَخْضَعُ لِنِظَامٍ لَا تَحِيدُ عَنْهُ ، تَفْرِضُهُ قَوَانِينُ الْجَاذِبِيَّةِ . وَقَدْ دُعِيَ  
ذَلِكَ النِّظَامُ بِقَانُونِ (بُود) - أَيْ بِاسْمِ مُكْتَشِفِهِ - وَهُوَ الْقَانُونُ

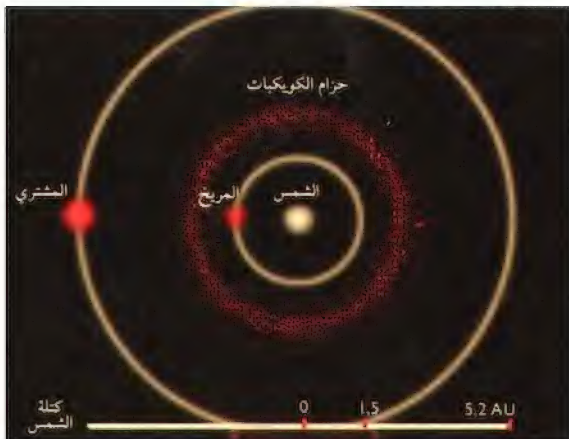


كوكب جديد، فأخذ يتابع مساره، وأعلن للعالم بأنه قد اكتشف كوكباً جديداً، دعاه باسم (سيرس). ولكن العالم (بيازي)، أضع مكان ذلك الكوكب، الذي كان يتحرك باتجاه الغرب، عندما اقترب من الأفق الغربي.

وكان عالم الفيزياء الألماني (غاوس)، الذي لم يكن قد بلغ الرابعة والعشرين من عمره، من المهتمين بعلم الفلك، وكان قد توصل إلى إمكانية تحديد مدار أي كوكب، لم يحدد مداره من قبل، بطرقه الفيزيائية والرياضية، اعتماداً على رصد مساره أمام النجوم ثلاث مرات فقط.

فلما بلغه أن (بيازي) قد أضع مسار كوكبه الذي اكتشفه، أجرى حساباته معتمداً على الأرصاد التي قدمها له (بيازي). وتوصل إلى تحديد مدار ذلك الكوكب، وأعلن أنه يقع بين مداري المريخ والمشتري، كما تنبأ بأن ذلك الكوكب، سيرى في المدار الذي حدده في آخر عام 1801م، من جهة الشرق.

وفعلاً فقد تمت رؤية الكوكب (سيرس) في المكان الذي حدده (غاوس)، وفي الموعد الذي تنبأ به، وأعلن للعالم بأن ما رآه (بيازي) ودعاه الكوكب (سيرس)، لم يكن إلا (كويكبة). وعندها وجه علماء الفلك مناظيرهم إلى المدار الذي تقع فيه الكويكبة (سيرس) لمتابعة دراستها، فكان ذلك إيذاناً باكتشاف أهم الكويكبات الأخرى التي تسلك نفس المدار.



الذي تطرقنا إليه في بداية بحث الكواكب، وقرر أنه لا بد من وجود جرم، أو عدد من الأجرام، تدور حول الشمس، على مدار قائم بين مداري كوكبي (المريخ) و(المشتري)، برغم أنه لم يستطع الكشف عن ذلك الجرم، أو تلك الأجرام.

وعلى الرغم من أن بعض علماء الفلك كانوا قد توصلوا منذ عام 1801م، إلى اكتشاف أجسام صغيرة محدودة في المسافة القائمة بين المريخ والمشتري، إلا أن (بود) رأى أنه من غير الممكن أن يكون هذا المدار الضخم كله مخصصاً لتلك الأجرام الصغيرة المحددة، لذا لم يعط لذلك الاكتشاف أية أهمية يومها.



يوجد في المجموعة الشمسية جزيئات: أحدها يقع بين المريخ والمريخ، و الآخر يقع بعد الكواكب القزمة.

ومن العلماء الذين كانوا قد كشفوا عن تلك الأجرام الصغيرة، الفلكي الإيطالي (جوزيبي بياتري) الذي كان يقوم بمراقبة مستمرة للسماء بمنظاره الفلكي ليتم رسم الخريطة السماوية التي خصصها للنجوم ذات الإضاءة الضعيفة.

فقد حدث أنه حين كان يحرك منظاره الفلكي نحو أحد النجوم الذي كان يتابع دراسته ويركز انتباهه عليه، رأى نجماً ضعيف الإضاءة لم يكن قد رآه في هذه المنطقة من قبل، فوجه انتباهه إليه، وبدأ يدرسه ويتابع رصده، على أساس أنه نجم من النجوم ذات الإضاءة الضعيفة التي يدرسها. وبدأ بتحديد موقعه بالنسبة للنجوم الأخرى المحيطة به.

ولكنه فوجئ في الليلة التالية، وما بعدها، بأن هذا الجرم يغير موقعه بحركة بطيئة، فأدرك أنه قد وقع على



كما أصبح بمقدور كل فلكي أن يرصد بمنظاره أيًا منها في أي وقت من أوقات السنة.

وقد أُعطي كل منها اسمًا ورقمًا خاصًا به. أمّا الكويكبات التي اكتُشفت، ولم يُحدد مسارها في مدارها بين (المريخ) و(المشتري)، لِضالّة حجمها، فإنها تُقارب (100) ألف كويكبة.

هذا ويُقدّر عدد الكويكبات القائمة بين (المريخ) و(المشتري)، والتي لم يتمكن العلماء من رصدها لصغر حجمها، بالملايين، وأكثرها لا يزيد حجمها على حجم الجوزة.

2. حزام كوبر

يقع حزام كوبر على حافة المجموعة الشمسية، وراء الكواكب القزمة، وقد اكتشف هذا الحزام الفلكي الألماني جيرارد كوبر.

وهو عبارة عن حلقات من أشباه مذنبات وغبار وصخور. ويقدر وجود (70 ألف) من هذه الأجرام بقطر أكبر من 100 كم.

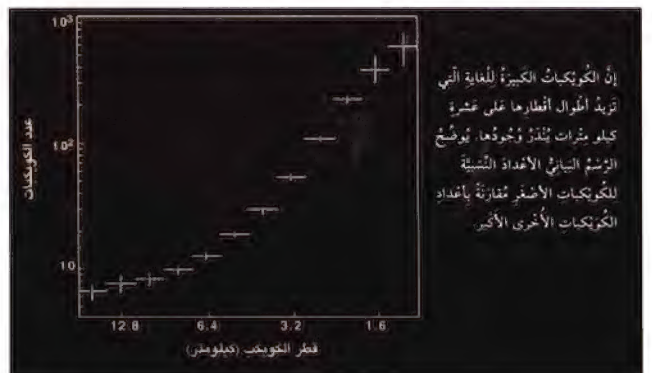
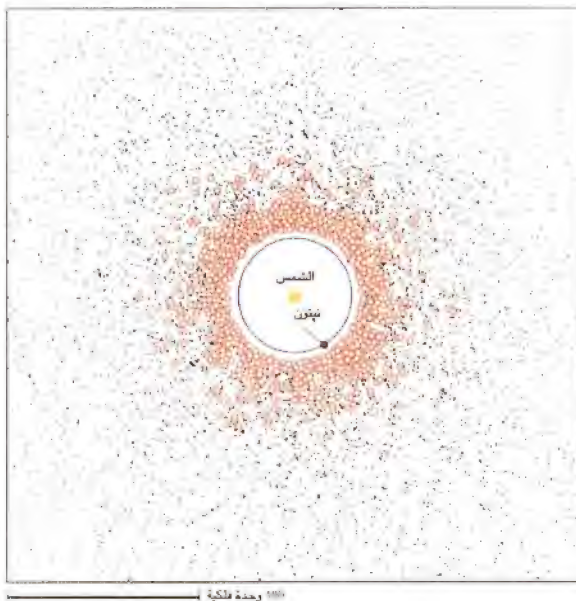
قد يدور عدد لا يحصى من الأجسام في حزام كوبر بعيداً عن الشمس، لكن يتعدّد رؤية جميع هذه الأجسام من



وفي عام 1802م، بينما كان العالم الفلكي (أولبرس) يتابع بمنظاره الفلكي الكويكبة (سيرس)، وجد كويكبة أخرى تتحرك في نفس مدار (سيرس)، فأعلن ذلك للعالم وأسماها (بالاس). وفي عام 1804م، أعلن العلماء عن اكتشاف كويكبة ثالثة في نفس مدار (سيرس) - أي بين كوكبي (المريخ) و(المشتري) - ودُعيت باسم (جونو).

وفي عام 1807م، أعلن عن اكتشاف كويكبة رابعة تدور بين (المريخ) و(المشتري) أيضاً، دُعيت باسم (فيستا). وكانت تلك الكويكبات هي أكبر الكويكبات التي تم اكتشافها فيما بعد في المدار القائم بين (المريخ) و(المشتري)، ولكنها إذا ما قورنت بكواكب المجموعة الشمسية بدت صغيرة للغاية، من حيث حجمها، كما أنّ إضاءتها ضعيفة للغاية، لذا تتعدّد رؤيتها بدون الاستعانة بالمناظير الفلكية.

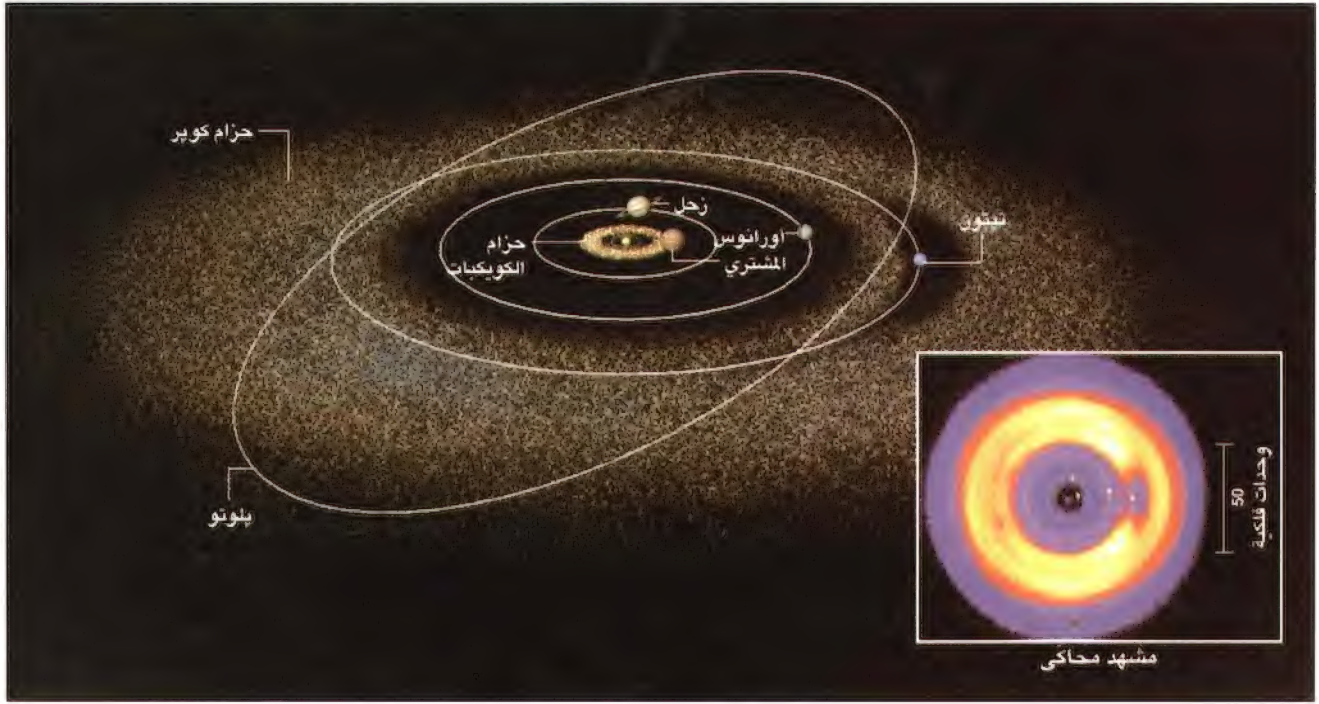
ومع متابعة مراقبة تلك الكويكبات، بدأت تظهر إلى جانبها كويكبات أخرى، يتزايد اكتشافها يوماً بعد يوم، حتى بلغ عدد ما اكتُشف منها حتى عام 1950م، مقدار (1511) كويكبة.





إِلَّا أَنَّ مُعْظَمَ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ، الْيَوْمَ، يُؤَكِّدُونَ بِأَنَّ تِلْكَ الْكُويْكَبَاتِ نَشَأَتْ كَنْشَأَةِ الْكَوَاكِبِ الْآخَرَى فِي الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ، أَيْ عَنْ طَرِيقِ تَصَادُمِ ذَرَاتِ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ، وَاتِّحَادِهَا وَنُمُوِّهَا، وَلَكِنَّ ذَلِكَ التَّصَادُمَ وَالِاتِّحَادَ تَوَقَّعًا بِسَبَبِ ظُرُوفٍ فَلَكِيَّةٍ فِي بَدَايَةِ مَرَاكِحِلِهَا، مِمَّا أَدَّى إِلَى نُشُوءِ الْمَلَايِينِ

الْأَرْضِ. وَالْأَجْسَامُ (الدَّوَائِرُ الْحَمْرَاءُ فِي الشَّكْلِ الصَّفْحَةِ السَّابِقَةِ) الَّتِي يُمَكِّنُ رَصْدُهَا عَلَى نَحْوِ مُرَضٍ بِاسْتِخْدَامِ مِقْرَابٍ عَلَى جَبَلِ مَاونَاكِيَا فِي هَاوَايَ يَقَعُ مُعْظَمُهَا قَرِيبًا مِنْ الْحُدُودِ الدَّاخِلِيَّةِ لِلْحَزَامِ كَمَا نَرَى فِي هَذِهِ الْمُحَاكَاتِ الْحَاسُوبِيَّةِ لِتَوْزِعِ الْمَادَّةِ الْبَعِيدَةِ.



مِنْ تِلْكَ الْكُويْكَبَاتِ بَدَلًا مِنْ نُشُوءِ كَوَكَبٍ وَاحِدٍ كَمَا حَدَثَ لِبَقِيَّةِ كَوَاكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ.

وَعِنْدَمَا اسْتُخْدِمَ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ مِطْيَافَ الْأَشْعَةِ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ لِلْكَشْفِ عَنْ تَرْكِيبِ الْمَوَادِّ الْمُؤَلَّفَةِ لِلْكُويْكَبَاتِ، جَاءَتْ النَّتَائِجُ مُؤَيَّدَةً لِمَا قَدَّمَاهُ عَنْ تَشَكُّلِهَا، إِذْ كَانَ تَرْكِيبُهَا، حَسَبَمَا دَلَّ عَلَيْهِ الْمِطْيَافُ، كَتَرْكِيبِ كَوَاكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، وَأَنَّ نُشُوءَهَا جَاءَ مُتَزَامِنًا مَعَ نُشُوءِ تِلْكَ الْكَوَاكِبِ، وَأَنَّ لَهَا نَفْسَ عُمْرِهَا الْمُقَدَّرِ بِـ (4.5) مِلْيَارِ سَنَةٍ.

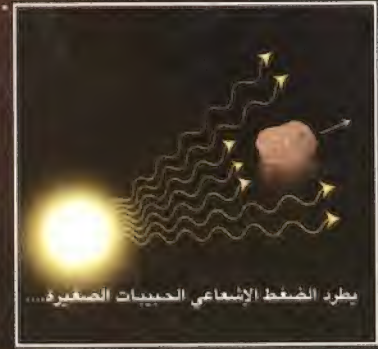
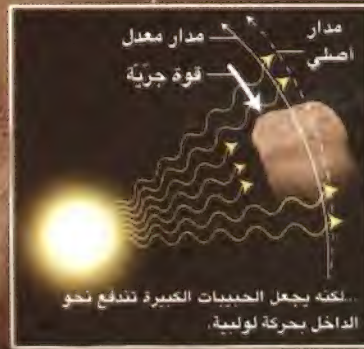
لَا يُشِيرُ الْغُبَارُ فِي الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ فَقَطْ إِلَى وُجُودِ كُويْكَبَاتٍ وَمُذْنِبَاتٍ، بَلْ أَيْضًا إِلَى وُجُودِ كَوَاكِبٍ، وَفِي مَنْظُومَتِنَا الشَّمْسِيَّةِ، يُظَنُّ أَنَّ ثِقَالَ الْكَوَاكِبِ الْعَمَلَاءَةِ تُولَّدُ أَنْمَاطًا فِي غُبَارِ حَزَامِ كُوبَرٍ وَيَرَى الْمُشَاهِدُ الْخَارِجِي فَجَوَابَ وَتَكْنَلَاتٍ فِي صُورَةٍ بِالْأَشْعَةِ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ (دَاخِلِ الْمُرْبَعِ الصَّغِيرِ) وَيَسْتَنْجِ وُجُودَ الْكَوَكَبِ الْعَمَلَاءِقِ. وَيُشَبِّهُ هَذَا الْمَشْهُدَ الْمُحَاكِي مَا رَآهُ الْفَلَكِيُّونَ حَوْلَ نُجُومٍ أُخَرَى.

## تَشَكُّلُ الْكُويْكَبَاتِ

اعْتَقَدَ بَعْضُ الْعُلَمَاءِ بِأَنَّ أَصْلَ الْكُويْكَبَاتِ هُوَ كَوَكَبٌ كَانَ يَدُورُ فِي مَدَارٍ لَهُ بَيْنَ كَوَكَبَيْ (الْمَرِيخِ) وَ(الْمُشْتَرِيِّ)، ثُمَّ انْفَجَرَ، فَانْتَشَرَتْ شَطَائِهُ الْكَبِيرَةُ وَالصَّغِيرَةُ مُشَكِّلَةً مَلَايِينَ الْكُويْكَبَاتِ الَّتِي ظَلَّتْ تَدُورُ فِي مَدَارِهِ بِفِعْلِ الْجَادِبِيَّةِ.



في كُلِّ مَرَّةٍ يَقْتَرِبُ مَذْنَبٌ مِنَ الشَّمْسِ  
يَتَلَاشَى بَعْضُهُ مُخْلَفًا وَرَاءَهُ ذَيْلًا غُبَارِيًّا  
وَيَتَوَلَّدُ الْغُبَارُ أَيْضًا نَتِيجَةَ التَّصَادُمَاتِ الَّتِي  
تَخْدُثُ بَيْنَ الْكُويْكَبَاتِ وَحِزَامِ كُوبَرِ.



وَتُشَكَّلُ نِسْبَةً هَذِهِ الْكُويْكَبَاتِ الصَّخْرِيَّةِ (80 %) مِنْ جُمْلَةِ الْكُويْكَبَاتِ كُلِّهَا.

- كُويْكَبَاتٌ مَعْدِنِيَّةٌ : إِذْ يُشَكَّلُ الْحَدِيدُ مُعْظَمَ تَرْكِيبِهَا. وَنِسْبَتُهَا (20 %) مِنْ جُمْلَةِ الْكُويْكَبَاتِ .  
1. الْكُويْكَبَاتُ الصَّخْرِيَّةُ :

وَيَقِلُّ قُطْرُهَا عَنْ (150) كَم، وَقَدْ بَيَّنَ طَيْفُ الْأَشِعَّةِ تَحْتَ الْحَمَرَاءِ الَّذِي يَنْعَكِسُ مِنْهَا أَنَّهُ يُشَبِّهُ طَيْفَ الْأَشِعَّةِ تَحْتَ الْحَمَرَاءِ الَّذِي يَنْعَكِسُ مِنَ النَّيَّازِكِ الْمَدْعُودَةِ (كُونْدَرِينَات)



إِنَّ الضَّغْطَ الَّذِي يُحْدِثُهُ ضَوْءُ الشَّمْسِ يَدْفَعُ بِسُرْعَةٍ حُبُوبَاتِ الْغُبَارِ الَّتِي قُطْرُهَا أَقْلُ مِنْ 0.1 ميكرون إِلَى خَارِجِ الْمَنْطُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ (الشَّكْلُ الْأَيْمَنُ). أَمَّا الْحُبُوبَاتُ الْكَبِيرَةُ فَهِيَ أَقْلُ مِنْ أَنْ تُدْفَعَ خَارِجًا، لَكِنَّ حَرَكَتَهَا الْمَدَارِيَّةَ تَجْعَلُ ضَوْءَ الشَّمْسِ يَدْفَعُهَا وَيُغَيِّرُ اتِّجَاهَ حَرَكَتِهَا. وَيَنْشَأُ عَنْ هَذِهِ الظَّاهِرَةِ الَّتِي تُسَمَّى (بُويْتِنغ - روبرتسون) Poynting - Robertson، إِبْطَاءُ حَرَكََةِ الْحُبُوبَاتِ (الشَّكْلُ الْأَيْسَرُ). وَتَنْطَلِقُ الْحُبُوبَاتُ الَّتِي قُطْرُهَا (0.1) مِلِم بِحَرَكَةٍ حَلْزُونِيَّةٍ مِنْ حِزَامِ الْكُويْكَبَاتِ إِلَى الشَّمْسِ لِيَلْبِغَهَا بَعْدَ نَحْوِ (100000) سَنَةٍ. وَلَمَّا كَانَ الْغُبَارُ يُطْرَدُ بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ، فَإِنَّ وُجُودَهُ مُسْتَمَرَّ عَلَامَةٍ عَلَى أَنَّ حَوَادِثَ تَصَادُمِ الْكُويْكَبَاتِ وَتَلَاشِي الْمَذْنَبَاتِ مَا زَالَتْ مُتَوَاصِلَةً.

## مُرَكَّبَاتُ الْكُويْكَبَاتِ

أَمَكَّنَ بَوَسَاطَةِ مِطْيَافِ الْأَشِعَّةِ تَحْتَ الْحَمَرَاءِ الْكَشْفُ عَنْ مُرَكَّبَاتِ الْكُويْكَبَاتِ بِالتَّفْصِيلِ، وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّهُ يُمَكِّنُ حَضْرَهَا جَمِيعًا تَحْتَ قِسْمَيْنِ رَئِيسَيْنِ، هُمَا :  
- كُويْكَبَاتٌ صَخْرِيَّةٌ : إِذْ تَغْلِبُ الصُّخُورُ عَلَى تَرْكِيبِهَا.



- i. الحديد : ونسبته تتراوح بين (84.5 - 93 %).
- ii. النيكل : ونسبته تتراوح بين (6.5 - 15 %).
- iii. الكوبالت : ونسبته (0.5 %).

### سطح الكويكبات وتضاريسها

لقد قصر الرصد الذي قام به العلماء لتلك الكويكبات على اختلاف أنواعها عن إعطاء أية معلومات عن تركيب سطحها، وعن التعرف إلى التضاريس القائمة عليه. وكان كل ما قالوه حول ذلك منبياً على ملاحظات استنتجوها عن طريق المقارنات التي كانوا يجرونها بين المظاهر التي كانت تترأى لهم على سطحها وفي جوفها، وبين ما هو مشاهد على سطح وفي جوف الكواكب الأخرى وتوابعها.

ومن ذلك ملاحظتهم التي أجروها حول معرفة طبيعة السطح الذي يغطي تلك الكويكبات، عن طريق مقارنة النور الذي يعكسه سطحها مع غيره مما يعكسه القمر أو الكواكب الأخرى التي تم التعرف إلى سطحها.

وقد تبين أن الضوء الذي يعكسه سطحها يشبه ويعادل الضوء الذي يعكسه القمر، أو الضوء الذي يعكسه الكوكب عطارد، أي أنه لا يعكس إلا (6 %) من ضوء الشمس الساقط عليها؛ وهذا يعني أن سطحها كسطح القمر، فهو خشن ومشوش وذو لون قاتم. واستنتجوا عندها أن سطحها مضرس ومغطى بصخور وتربة رمادية اللون، قاتمة أو مائلة للسواد أحياناً.

أما الكويكبات الصغيرة، فقد ظلت المراسد الفلكية على ضخامتها عاجزة عن الكشف عن تركيبها وشكلها وتضاريسها إلى أن اقتربت الكويكبة (إيروس) في عام 1931م، من الأرض لمسافة (23) مليون كم، إذ قام الفلكي (فان دين بوز) في مرصد (جبل هوسي) برصدها، فتبين له

عندما تقع عليها أشعة الشمس، والنيارزك (الكوندريتية) يغلب على تركيبها الصخر، إنما يدخل في تركيبها أجزاء من المعادن المتبلورة، وأجزاء أخرى من الحديد والنيكل، والسبيكة المولفة منهما، بالإضافة إلى أجسام كروية الشكل، ذات مظهر زجاجي وتدعى (الكوندرولات).

ويتخذ المظهر العام لهذا النوع من الكويكبات شكل شرائح ذات سطح يشبه السطح الغضروفي، وتكون مسطحة أو مفتحة بعض الشيء.

### 2. الكويكبات المعدنية :

وما تبقى من تلك الكويكبات - أي في حدود (20 %) منها - فهي ذات أقطار تزيد على (150) كيلومتراً، ولها شكل كروي متطاوّل بعض الشيء.

مائلد : أنجزت السفينة الفضائية NEAR، وهي في طريقها إلى إيروس، أول مواجهة بين سفينة فضائية وكويكب بدائي من المرتبة الطيفية C، وهذا الكويكب الأخلك سواداً من الفحم، والذي له شكل كرواني، هو أكبر كويكب جرث زيارته حتى الآن، وواحد من أبطل الكويكبات دوراناً حول نفسها.



فيستا

فيستا: هو الكويكب الوحيد بين الكويكبات الكبيرة الذي له سطح صخري بازليتي مكون من جزيئات لابة (حمم بركانية) Lava قديمة. ومن الواضح أن مادته توزعت في الماضي السحيق إلى طبقات، وأنه تعرض لكثير من العمليات الجيولوجية نفسها التي حدثت في الأرض أو المريخ في باكورتيهما.

وقد دلّ تحليل طيف انعكاس

أشعة الشمس تحت الحمراء عليها، أنه يشبه طيف الأشعة الشمسية تحت الحمراء المنعكس من النيارزك المعدنية المولفة من المعادن التالية :



تَعَامِدُ خَطَّ نَظَرِنَا مَعَ سَطْحِهَا الْوَاسِعِ، وَأَنَّهُ عِنْدَمَا يَنْحَرِفُ  
ذَلِكَ السَّطْحُ مِنْ أَمَامِ أَعْيُنِنَا. تَبْدَأُ فِتْرَةُ الْخُفُوتِ، حَتَّى إِذَا  
مَا أَصْبَحَ السَّطْحُ الضَّيِّقُ لِلْكُويْكَبَةِ مُتَعَامِداً مَعَ خَطِّ نَظَرِنَا،  
أَصْبَحَ الْخُفُوتُ فِي أَدْنَى مُسْتَوَاهُ.

وَقَدْ تَأَكَّدَ هَذَا الْأَمْرُ لِلْفَلَكِيِّينَ عِنْدَمَا اقْتَرَبَتِ الْكُويْكَبَةُ  
(إِيرُوس) مِنَ الْأَرْضِ، وَبَدَتْ لِرَاصِدِيهَا عَلَى شَكْلِ شَرِيحَةٍ  
تُشَبِّهُ لُفَافَةَ التَّبَغِ، وَكَانَتْ تَدُورُ عَلَى مِحْوَرِهَا مُتَقَلِّبَةً مِنْ طَرَفٍ  
إِلَى آخَرَ.

وَعِنْدَمَا قَامَ ذَلِكَ الْفَلَكِيُّ بِرَصْدِ كُويْكَبَاتٍ أُخْرَى فِيمَا  
بَعْدُ، كَانَتْ قَدْ اقْتَرَبَتْ مِنَ الْأَرْضِ، وَجَدَ أَنَّ بَعْضَهَا كُرُوِيٌّ  
الشَّكْلَ وَبَعْضَهَا الْآخَرُ قَرِيبٌ مِنْ ذَلِكَ، وَوَجَدَ أَنَّ لِكُلِّ  
كُويْكَبَةٍ فِتْرَةً يَتَأَلَّقُ فِيهَا النُّورُ الَّذِي تَعَكِّسُهُ، كَمَا أَنَّ لَهَا فِتْرَةً  
أُخْرَى يَخْفُتُ فِيهَا ذَلِكَ النُّورُ، إِنَّمَا كَانَ يَخْتَلِفُ مِقْدَارُ الزَّمَنِ  
بَيْنَ التَّالِيِ وَالْخُفُوتِ بَيْنَ كُويْكَبَةٍ وَأُخْرَى بِاخْتِلَافِ سُرْعَةِ  
دَوْرَانِ كُلِّ مِنْهَا حَوْلَ نَفْسِهَا، إِذْ كَانَتْ تِلْكَ الْفِتْرَةُ فِي حُدُودِ

أَنَّهَا عَلَى شَكْلِ شَرِيحَتَيْنِ مُطَاوِلَتَيْنِ مُتَّصِلَتَيْنِ مِنَ الْوَسْطِ أَوْ  
عَلَى شَكْلِ لُفَافَتَيْنِ تَبَغِ مُتَّصِلَتَيْنِ عِنْدَ وَسْطِهِمَا، وَأَنَّ سَطْحَهَا  
مُضْرَسٌ خَشِيبٌ وَمُشَوَّشٌ.



إِنَّ بِصِمَةَ كَفِّ الْحَيَوَانِ الْعِمْلَاقَةِ Giant Paw Print هي فَوْهَةٌ غَرِيبَةٌ عَلَى  
الْكُويْكَبِ إِيرُوسَ، وَقَدْ أَطْلَقَ عَلَيْهَا الْعُلَمَاءُ هَذَا الْإِسْمَ. يَبْلُغُ طُولُ الْكُويْكَبِ  
إِيرُوسَ (33) كَمَ، وَيَتِمُّ دِرَاسَتُهُ بِوِاسْطَةِ السَّابِرِ الْفَضَائِيِّ NEAR (الصُّورَةُ  
الْعَالِيَا). وَفِي الْجَانِبِ الْآخَرِ مِنَ الْجِسْمِ يَوْجَدُ أَخْدُودٌ فِتْرَتِي بِشَكْلِ سُرْجٍ (الصُّورَةُ  
السُّفْلَى) مُمْتَلِئَةٌ بِعِلَامَاتٍ لَمْ تُفْسَرْ بَعْدُ.

أَمَّا مِنْ حَيْثُ حَرَكَتُهَا، فَكَانَتْ تَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا بِعَكْسِ  
اتِّجَاهِ دَوْرَانِ عَقَارِبِ السَّاعَةِ، وَكَانَتْ تُتِمُّ دَوْرَةً وَاحِدَةً كُلَّ  
(5) سَاعَاتٍ وَ(17) دَقِيقَةً.

وَقَدَّرَ طَوْلُهَا بِنَحْوِ (33) كَمَ وَعَرْضُهَا بِنَحْوِ (10) كَمَ.  
كَمَا لَاحَظَ أَنَّ تَأَلَّقَهَا كَانَ يَشْتَدُّ مَرَّةً، ثُمَّ يَتَضَاعَلُ مَرَّةً أُخْرَى،  
وَكَانَتْ الْفِتْرَةُ الْفَاصِلَةُ بَيْنَ كُلِّ تَأَلَّقٍ وَخُبُوءٍ تَبْلُغُ (5) سَاعَاتٍ  
وَ(17) دَقِيقَةً، وَوَجَدَ أَنَّ هَذَا الْأَمْرَ يَتَّفِقُ مِنْ حَيْثُ الزَّمَنِ مَعَ  
دَوْرَةِ الْكُويْكَبَةِ دَوْرَةً وَاحِدَةً؛ فَاسْتَنْتَجَ أَنَّ ذَلِكَ التَّنَاقُصَ فِي  
تَأَلَّقِ النُّورِ وَخُفُوتِهِ رَاجِعٌ إِلَى انْقِلَابِ الْكُويْكَبَةِ مِنْ طَرَفٍ إِلَى  
آخَرَ أَثْنَاءَ دَوْرَتِهَا حَوْلَ مِحْوَرِهَا، وَأَنَّ تَأَلَّقَهَا الشَّدِيدَ يَتَّفِقُ مَعَ





كرويّ مُتطاوِل، تَبَيَّنَ أَنَّ سَبَبَ تَأَلَّقِ نُورِهَا وَخُفُوْتِهِ رَاجِعٌ إِلَى اخْتِلَافِ مَبَلِّ مَحْوَرِ تِلْكَ الْكُويْكِبَاتِ عَلَى مَدَارِهَا، وَأَنَّهُ عِنْدَمَا يَتَعَامَدُ خَطُّ بَصَرِنَا مَعَ مَحْوَرِهَا، يَبْدُو تَأَلَّقُ نُورِهَا عَلَى أَشَدِّهِ، إِذْ يَكُونُ السَّطْحُ الْوَاسِعُ لَهَا مُوَاجِهًا لِأَبْصَارِنَا، وَعِنْدَمَا يَنْطَبِقُ خَطُّ بَصَرِنَا الذَّاهِبُ بِاتِّجَاهِ الْكُويْكِبَةِ مَعَ مَحْوَرِهَا يَبْدُو ضَوْوُهَا الْمُنْعَكِسُ فِي أَشَدِّ حَالَاتِ خُفُوْتِهِ، إِذْ يَكُونُ السَّطْحُ الضَّيِّقُ مِنَ الْكُويْكِبَةِ هُوَ الْمُوَاجِهُ لِأَبْصَارِنَا.

وَهُنَاكَ كُويْكِبَاتٌ لَهَا شَكْلُ الرُّزْمَةِ الْمُتَطَاوِلَةِ، وَأُخْرَى لَهَا شَكْلُ حَبَّةِ الْفَاصُولِيَاءِ، وَنَوْعٌ آخَرٌ لَهُ شَكْلُ الْحَصَى الْأَمْلَسِ الْمَصْقُولِ.



بعض الكويكبات  
التي تدور بين كوكبي (المريخ) و(المشتري)



يوجد على سطح الكويكبات فوهات نيزكية،  
كانت قد جذبتها إليها.

سَاعَتَيْنِ بِالنِّسْبَةِ لِبَعْضِ الْكُويْكِبَاتِ، بَيْنَمَا بَلَغَتْ (5) سَاعَاتٍ بِالنِّسْبَةِ لِبَعْضِ الْآخَرِ، وَهُنَاكَ كُويْكِبَاتٌ بَلَغَتْ الْفَتْرَةَ الْفَاصِلَةَ بَيْنَ تَأَلَّقِ نُورِهَا وَخُفُوْتِهِ مُدَّةَ (10) سَاعَاتٍ.

وَعِنْدَمَا رُصِدَتِ الْكُويْكِبَاتُ الْأَرْبَعُ، الَّتِي يَزِيدُ قُطْرُهَا عَلَى (150) كَم، وَالَّتِي لَهَا شَكْلٌ كُرْوِيّ مُتَطَاوِلٌ أَوْ شَبِيهُهُ

تُعْتَبَرُ كُتْلَةُ الْكُويْكِبَاتِ صَغِيرَةً جَدًّا مُقَارَنَةً بِكُتْلَةِ الْأَرْضِ،  
كَمَا أَنَّ مَسَاحَةَ أَكْثَرِهَا لَا يُعَادِلُ مَسَاحَةَ فَرَنْسَا.

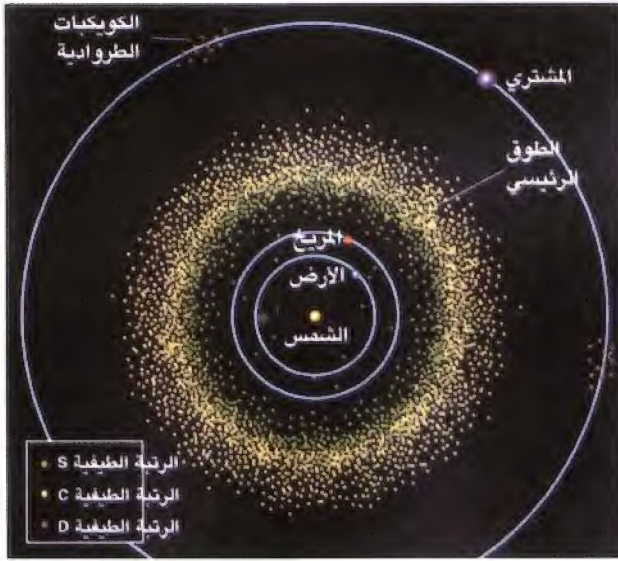
### كُتْلَةُ الْكُويْكِبَاتِ

بِرَغْمِ عَدَدِ الْكُويْكِبَاتِ الضَّخْمِ الَّذِي قُدِّرَ بِالْمِلْيَانِ، فَإِنَّ مَجْمُوعَ كُتْلَتِهَا يُعْتَبَرُ ضَعِيفًا، لَا بِالْمُقَارَنَةِ مَعَ كُتْلَةِ الْأَرْضِ، بَلْ حَتَّى بِالنِّسْبَةِ لِكُتْلَةِ الْقَمَرِ الْأَرْضِيِّ، إِذْ لَا يَزِيدُ مَجْمُوعُ كُتْلَتِهَا عَلَى (0.05) مِنْ كُتْلَةِ الْقَمَرِ وَ(0.001) مِنْ كُتْلَةِ الْأَرْضِ.





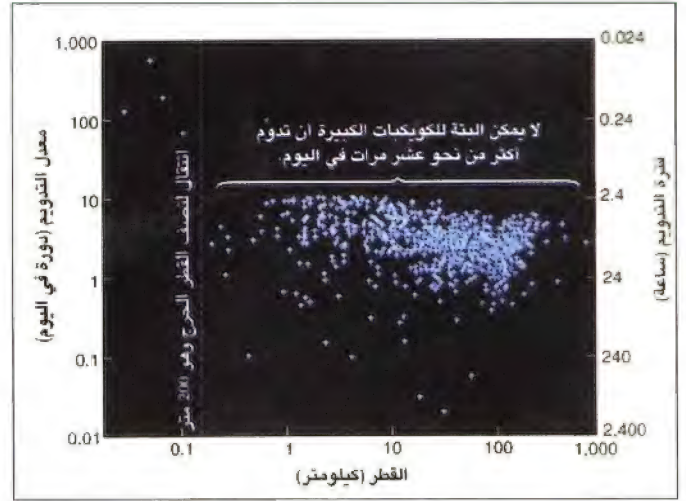
مِنَ الْمِنْطَقَةِ الْقَائِمَةِ بَيْنَ الْمَرْيَخِ وَالْمُشْتَرِي، ثُمَّ تَنْدَفِعُ قَاطِعَةً مَدَارَاتِ الْكَوَاكِبِ الْأُخْرَى كَالْأَرْضِ وَالزُّهْرَةِ وَعُطَارِدَ، مُقْتَرِبَةً مِنَ الشَّمْسِ، ثُمَّ لَا تَلْبُثُ أَنْ تَرْتَدَّ إِلَى نُقْطَةِ انْطِلَاقِهَا الْأُولَى، قَاطِعَةً مَدَارَاتِ تِلْكَ الْكَوَاكِبِ مَرَّةً ثَانِيَةً، وَمِنْ تِلْكَ الْكُوكَبَاتِ (إِيكَار أَوْ إِيكَارُوس) وَ(هَيْرُميس) وَ(أَدُونيس) وَ(أَبُولو) وَ(إِيرُوس).



يَقَعُ الطُّلُوقُ الرَّئِيسُ لِلْكُوكَبَاتِ بَيْنَ مَدَارِي الْمَرْيَخِ وَالْمُشْتَرِي، لَكِنَّ الشُّوَارِدَ مِنْهَا تَخْرُجُ لِتَقَاطِعَ مَدَارَ الْأَرْضِ (وَبَعْضُهَا يَصْدُمُ الْأَرْضَ)، أَوْ لِتَدُومَ بِتَوَاقِيَتٍ مَعَ فَلَكَ الْمُشْتَرِي (فِي زُمْرَتَيْنِ) تُسَمَّى كُوكَبَاتُهَا الْكُوكَبَاتِ الطَّرَوَادِيَّةَ Trojan asteroids. وَيَتَأَلَّفُ الطُّلُوقُ الرَّئِيسُ الدَّاخِلِيُّ بِصِفَةِ أُسَاسِيَةٍ مِنْ كُوكَبَاتٍ صَخْرِيَّةٍ، أَوْ صَخْرِيَّة - حَدِيدِيَّةٍ (رَتَبَتُهَا الطُّفِينِيَّةُ S). أَمَّا الْكُوكَبَاتُ الْأَعْبَدُ فَذَاكَ لَوْنٌ أَعْمَقُ وَأَكْثَرُ اخْتِرَافاً وَأَغْنَى بِالْكَرْبُونِ (وَلَهَا رَتَبَتَانِ طَبَقَتَانِ هُمَا D - C).

وَخُرُوجُ مِثْلِ تِلْكَ الْكُوكَبَاتِ وَغَيْرِهَا لِفَتْرَةٍ عَنِ الْمَدَارِ الَّذِي يُوجَدُ فِيهِ حِزَامُ الْكُوكَبَاتِ بَيْنَ الْمَرْيَخِ وَالْمُشْتَرِي، أَدَّى إِلَى حَدُوثِ فَجَوَاتٍ فِي ذَلِكَ الْحِزَامِ. وَلَمَّا كَانَ مُكْتَشَفَ أَمْرٍ تِلْكَ الْفَجَوَاتِ وَمُسَبِّبَاتِهَا الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (كَبِيرُكُوود)، فَقَدْ دُعِيَ بِاسْمِهِ تَكْرِيمًا لَهُ، وَأُطْلِقَ عَلَيْهَا اسْمُ (فَجَوَاتُ كَبِيرُكُوود).

كَمَا أَدَّتْ جَاذِبِيَّةُ الْمُشْتَرِي الْقَوِيَّةُ إِلَى تَحْدِيدِ مَسَارِ مَجْمُوعَتَيْنِ مِنَ الْكُوكَبَاتِ، بِحَيْثُ تَرَافَقَانِهِ دَائِمًا أُنْثَاءَ دَوْرَانِهِ



زُمْرَتَانِ مِنَ الْكُوكَبَاتِ تَظْهَرَانِ عَلَى مَحْطَطٍ بَيْنَ مُعْدَلَاتِ تَدْوِيمِهَا (الْمَحْوَرِ الرَّأْسِيِّ) كَتَابِعٍ لِحُجُومِهَا (الْمَحْوَرِ الْأَفْقِيِّ). وَلَا يُوْجَدُ كُوكَبٌ مَعْرُوفٌ قُطْرُهُ أَكْبَرُ مِنْ (200) مِترٍ يُدَوِّمُ أَكْثَرَ مِنْ مَرَّةٍ كُلِّ 202 سَاعَةً. وَالْانْتِطَاعُ الظَّاهِرُ فِي الْمَحْطَطِ يَسْهُلُ تَأْوِيلُهُ إِذَا مَا كَانَتْ هَذِهِ الْكُوكَبَاتِ أَكْوَامًا مِنْ كَسَارَاتِ الصُّخُورِ يُمَكِّنُ أَنْ تَنْفَصِلَ عَنْ هَذِهِ الْكُوكَبَاتِ إِذَا مَا دَوِمَتْ لِسُرْعَاتٍ عَالِيَةٍ. أَمَّا الْكُوكَبَاتُ الصُّغْرَى، الَّتِي يُمَكِّنُهَا الدَّوْرَانُ حَوْلَ نَفْسِهَا مَرَّةً وَاحِدَةً كُلِّ بَضْعِ دَقَائِقٍ، فَيَنْبَغِي أَنْ تَكُونَ صَخُورًا صُلْبَةً، وَرُبَّمَا نَشَأَ هَذَا الْانْتِقَالُ بِسَبَبِ التَّصَادُمَاتِ.

## مَدَارُ الْكُوكَبَاتِ

يَتَخَصَّرُ مَدَارُ الْكُوكَبَاتِ فِي الْحَيِّزِ الْفَضَائِيِّ الْقَائِمِ بَيْنَ كَوْكَبِي الْمَرْيَخِ وَالْمُشْتَرِي، وَهِيَ تَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا وَحَوْلَ الشَّمْسِ بِعَكْسِ جِهَةِ دَوْرَانِ عَقَارِبِ السَّاعَةِ، مُؤَلَّفَةً حِزَامًا ضَخْمًا مُخْلَخَلًا، وَأَكْثَرُهَا ذَاتُ مَدَارَاتٍ إِهْلِيلَجِيَّةٍ قَرِيبَةٍ مِنَ الدَّائِرَةِ، كَمَدَارَاتِ الْكُوكَبَاتِ الْأَرْبَعَةِ الرَّئِيسَةِ: (سِيرِس، بَالَاس، جُونو، فِيسْتَا) وَالَّتِي يُنْهِي بَعْضُهَا دَوْرَتَهُ حَوْلَ الشَّمْسِ فِي (4) سَنَوَاتٍ، بَيْنَمَا يُنْهِيهَا بَعْضُهَا الْآخَرُ فِي مُدَّةٍ (7) سَنَوَاتٍ.

وَهُنَاكَ كُوكَبَاتٌ ذَاتُ مَدَارَاتٍ إِهْلِيلَجِيَّةٍ طَوِيلَةٍ، وَهِيَ الْكُوكَبَاتُ الَّتِي تَأْتَرَّتْ بِجَاذِبِيَّةِ كَوْكَبِ الْمُشْتَرِي الضَّخْمَةِ، وَالَّتِي دَفَعَتْ بِمَدَارَاتِ تِلْكَ الْكُوكَبَاتِ إِلَى خَارِجِ نِطَاقِهَا بَيْنَ الْمَرْيَخِ وَالْمُشْتَرِي بِاتِّجَاهِ الشَّمْسِ؛ فَهِيَ تَبْدَأُ دَوْرَانَهَا





تجذب الشمس بتأثير قوة جاذبيتها جميع عناصر المجموعة الشمسية بما فيها الكويكبات التي تقع في حزام كوبر.

حول الشمس :

- الأولى وتتألف

من (5) كويكبات،

وتتقدمه دائماً بمسافة

تُعادل (6/1) طول

مدارها حول الشمس، وتُدعى مجموعة (طروادة).

- والثانية تتألف من (9) كويكبات تتبعه، متاخرة عنه

بمقدار (6/1) طول مدارها حول الشمس أيضاً.

وكان أول من لاحظ هذا الأمر واكتشفه، العالم الفلكي

(جوزيف لوي لاغرانج) الذي عاش بين عام (1736 -

1813)م. وقد انتهى من دراساته الرياضية التي أجراها

حول هذا الموضوع، إلى أنه لا بد لكل كوكب من وجود

نقطتي (توازن الجاذبية) تكونان مرافقتين للكوكب، إحداهما

تتقدمه وفق مسافة محددة، والثانية تتبعه وفق تلك المسافة

أيضاً، وبين أنهما تقعان دائماً عند رأسي مثلثين متساويي

الأضلاع، وتشتركان في قاعدة واحدة، يُمثلها الخط الواصل

بين ذلك الكوكب والشمس، ودعيتا تكريماً له باسم (نقطتي

توازن لاغرانج). ويقول بأن (نقطتي توازن الجاذبية) بالنسبة

للكرة الأرضية، هما : القمر الذي يتقدمها في مسارها، أما

النقطة الثانية، فتُمثلها كتلة مؤلفة من سحب باهتة غبارية تتبع

الأرض في مسارها.

## الكويكبات والأرض

رأينا أن بعض الكويكبات يتقاطع مدارها مع مدار

الأرض، وهذا يجعلها أحياناً قريبة منا، مما ساعد الفلكيين،

كما رأينا، على رصدها والتعرف إليها وإلى نشأتها.

إلا أنه كانت هناك خشية من اصطدام الكويكبة بالأرض

في كل مرة كان يتم فيها مثل ذلك الاقتراب، إذ لو صادف

بلوغ كل من تلك

الكويكبة والأرض معاً

نقطة تقاطع مداريهما،

فإن كارثة ضخمة لا بد

أن تحدث لأن الاصطدام

بينهما عندها أمر محتوم.

ولكن أمراً من هذا لم يقع حتى اليوم برغم اقتراب

الكويكبة (إيروس) من الأرض عام 1931م، حتى مسافة

(23) مليون كم، وبرغم اقتراب

الكويكبة (هيرميس) عام 1937م،

حتى مسافة (13.35) مليون كم من

الأرض حتى بدت لراصديها وكأنها

طائرة مُحلقة في الفضاء.

كما أن كلاً من الكويكبات

(أمور) و(إيكاردوس) و(أبولو)

اقتربت من الأرض أكثر من اقتراب الكويكبة (إيروس)، ثم

لم تلبث أن ابتعدت عنها.



قُرب الأرض

## تصادم الكويكبات مع الأرض

لدى اقتراب الكويكبة (إيكاروس) من الأرض في شهر

حزيران عام 1968م، حتى لم يعد بينها وبين الأرض إلا

(11.52) مليون كم، أبدى علماء الفلك تخوفهم من دخول

تلك الكويكبة نطاق الجاذبية الأرضية، وصدمها الأرض،

وأعلنوا يومها أنه إذا ما حدث ذلك، فإن زلزالاً ضخماً سيهز

كامل الكرة الأرضية.

وإذا ما سقطت تلك الكويكبة على اليابسة، فإنها

ستُخلّف وراءها حفرة تُعادل مساحتها مساحة فرنسا أي نحو

(551.000) كم<sup>2</sup>، أما إذا ما سقطت في المحيط، فإن موجة





قاطرة الكويكبات

### قاطرة الكويكبات

في هذا الرسم الافتراضي تبدو القاطرة الفضائية وهي تدفع كويكبا في مهمة هدفها حرفه عن مساره. يمكن للقاطرة أن تستخدم محركات بلازما لتدفع الكويكب باستمرار في الاتجاه المطلوب. وثمة صفيق ألواح مشعة يساعد على تبديد حرارة مفاعل المركبة النووي الموجود في القسم الأقرب إلى سطح الكويكب. وتقوم الذراعان المكونتان من قطع موصولة بعضها ببعض، واللذان تظهران على السطح، بوصول القاطرة بالكويكب وحبل المركبة مستقرة.



هل نتمكن استيعاب الكويكبات؟

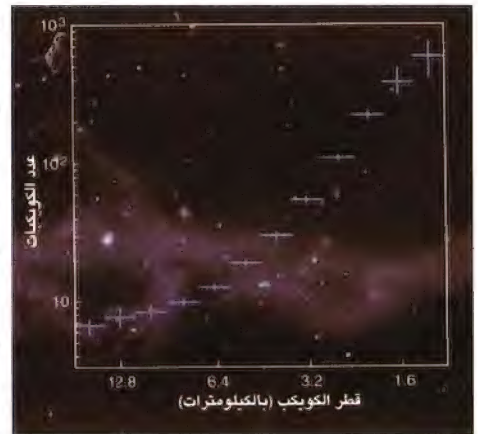
مستوطنة إحدى الكويكبات السارية تصل بعد أن هربت السنوات الضوئية خلال أجيال عدة إلى كوكب يشبه كوكب الأرض تابع لنجم آخر (قام بالرسم ديفيد أ. هاردي)



إن تصادم كويكب مع الأرض قد يُلقي النخلة عليها، كما حدث منذ 75 مليون سنة

المدة التي سيسببها الارتطام ستبلغ كافة المحيطات، دافعة مياهها إلى داخل القارات على شكل موجة هائلة عاتية شديدة الاندفاع، تدمر كل ما ستمر عليه تدميراً كاملاً أثناء اندفاعها، ثم أثناء انسحابها؛ ولكن الذي حدث أن الكويكبة (إيكاروس) لم تدخل نطاق الجاذبية الأرضية، وإنما ابتعدت عنها بسلام، وزالت المخاوف التي عمت سكان الأرض يومها.

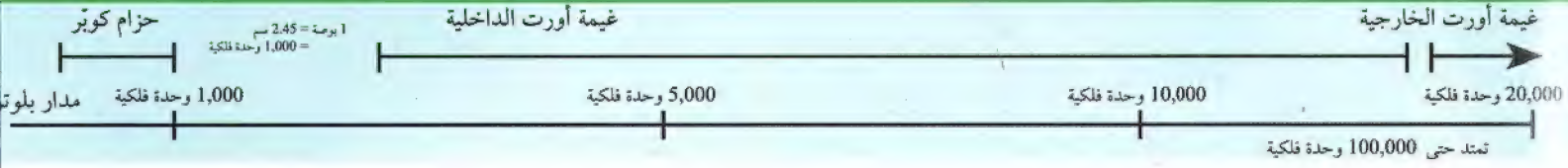
يقع حزام الكويكبات، وهو مأوى معظمها، بين مداري المريخ والمشتري. ويبين المخطط (من الأسفل)، أن الكويكبات الصغيرة الناتجة من تشظي الكويكبات الكبيرة هي الأكثر عدداً. وتظل الصخور عادةً ساوية في مدارات دائرية مستقرة إلا أن التصادمات، إضافة



إلى التأثير الثقالي لكوكب المشتري، يمكنها أن تلقي بها في مدارات صغيرة غير مستقرة. ويمكن للكويكبات عند ذلك اقتحام النظام الشمسي الداخلي وجعل الأرض عرضة للتصادم معها.

ومنذ ذلك الحين، قرّر علماء العالم، جدياً، استخدام القنابل النووية في تحطيم مثل تلك الكويكبات في الجو، إذا ما هددت الكرة الأرضية باضطدامها بها في المستقبل، وإذا ما تحقق العلماء من إمكانية حدوث ذلك.





## المذنبات

## Comets

وَلَا يُمَكِّنُ لِلْإِنْسَانِ أَنْ يَرَى هَذِهِ الْأَجْرَامَ إِلَّا عِنْدَمَا تَقْتَرِبُ مِنَ الْأَرْضِ، وَهِيَ فِي طَرِيقِهَا لِاتِّمَامِ دَوْرَتِهَا حَوْلَ الشَّمْسِ أَوْ أَثْنَاءَ عَوْدَتِهَا مِنْ دَوْرَتِهَا تِلْكَ، وَاقْتِرَابِهَا ثَانِيَةً مِنَ الْأَرْضِ.

وَالْمُذَنْبَاتُ الْقَادِمَةُ مِنَ الْفَضَاءِ الْخَارِجِيِّ، لِتَدُورَ حَوْلَ الشَّمْسِ، تَكُونُ أَجْرَامًا مُعْتَمَةً، لَهَا شَكْلُ حَبَّاتِ الْفُوقِ السُّودَانِيِّ، مَعَ شَيْءٍ مِنَ الْإِنْتِفَاحِ فِي وَسْطِهَا، أَوْ تَكُونُ ذَاتَ شَكْلٍ كُرْوِيِّ غَيْرٍ مُنْتَظِمٍ. كَمَا يَكُونُ سَطْحُهَا خَشِنًا، تَنْتَشِرُ عَلَيْهِ حُفَرٌ كَثِيرَةٌ، خَلَفَتْهَا فِيهَا التِّبَارِكُ الصَّغِيرَةُ الَّتِي تَصْطَدِمُ بِهَا أَثْنَاءَ انْطِلَاقِهَا، كَمَا تَغْشَاهُ الشَّقَقَاتُ.

وَعِنْدَمَا تَقْتَرِبُ تِلْكَ الْأَجْرَامُ مِنَ الشَّمْسِ، حَتَّى لَا يَبْقَى بَيْنَهُمَا إِلَّا مَسَافَةٌ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (600 - 650) مِليُونِ كِيلُومِترٍ، يَبْدَأُ تَأْثَرُ تِلْكَ الْأَجْرَامِ بِحَرَارَةِ الشَّمْسِ وَنُورِهَا، حَيْثُ يَزْدَادُ التِّمَاعُ النُّورِ الَّذِي كَانَ يَنْعَكِسُ مِنَ الشَّمْسِ عَلَى سَطُوحِهَا، كَمَا يَتَحَوَّلُ جُزْءٌ مِنْ مُرَكَّبَاتِهَا الصُّلْبَةِ الْمُتَجَعِّدَةِ إِلَى أَجْسَامٍ دَقِيقَةٍ وَغَارَاتٍ تُشَكِّلُ كُرَّةً ضَخْمَةً حَوْلَ كُلِّ جُزْمٍ مِنْهَا. وَمَعَ ارْتِدْيَادِ اقْتِرَابِ تِلْكَ الْأَجْرَامِ مِنَ الشَّمْسِ، يُؤَدِّي ضَغْطُ الرِّيحِ الشَّمْسِيَّةِ عَلَى تِلْكَ الْكُرَّةِ إِلَى دَفْعِ جُزْءٍ مِنْهَا، لِتَسْهَوَلَ إِلَى ذَنْبٍ بَالِغِ الطُّوْلِ وَالْعَرْضِ، ذِي ذَرَاتٍ مُتَابِنَةٍ<sup>(1)</sup>، مَشْحُونَةٍ بِالْكَهْرَبَاءِ، وَعِنْدَهَا يَكُونُ تَشَكُّلُ الْمُذَنْبِ قَدْ اكْتَمَلَ، حَيْثُ تَنْطَبِقُ الشَّمْسِيَّةُ عَلَى الشَّكْلِ.



## الإنسان والمذنبات

لَقَدْ رَأَى الْإِنْسَانُ الْمُذَنْبَاتِ مُنْذُ أَقْدَمِ الْمُصُورِ، وَلَقَدْ نَظَرَهُ كَظَاهِرَةٍ غَرِيبَةٍ، كَانَتْ كُلَّمَا

أَجْرَامٌ كَوْنِيَّةٌ، لَهَا رَأْسٌ صَغِيرٌ، وَذَيْلٌ طَوِيلٌ وَعَرِضٌ، تَبْدُو عِنْدَ انْعِكَاسِ نُورِ الشَّمْسِ عَلَيْهَا، عِنْدَ اقْتِرَابِهَا مِنْهَا، أَشْبَهَ مَا تَكُونُ بِكَوْكَبٍ دُرِّيٍّ، لَامِعِ الرَّأْسِ وَالذَنْبِ. وَيَتَرَاوَحُ حَجْمُ الرَّأْسِ، عِنْدَمَا يُنْظَرُ إِلَيْهِ بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ، بَيْنَ حَجْمِ النُّجْمِ وَحَجْمِ كَوْكَبِ (الرُّهْرَةِ) فِي أَوْجِ سَطُوعِهِ، وَقَدْ يَبْدُو أحيانًا بِحَجْمٍ أَكْبَرَ مِنْ ذَلِكَ.

(1) التَّأْيِينَ Ionization أو (التَّشْرِدُ): هُوَ تَقْصُّ أَوْ زِيَادَةُ فِي عَدَدِ الْإِلِكْتُرُونَاتِ الْمُحِيطَةِ بِنَوَاةِ الذَّرَّةِ.





مُذَنَّب 1301م

وَمَكَثَ فِي السَّمَاءِ سَبْعَةَ أَيَّامٍ ، وَأَدَّى ظُهُورُهُ إِلَى وَقُوعِ حُرُوبٍ دَاخِلِيَّةٍ ، وَإِلَى غَزْوِ (الْكُومَانِ) الْمَغُولِيِّينَ لِلْأَرَاضِي الرُّوسِيَّةِ ؛ إِنَّ نَجْمَ الدِّمِ هَذَا ، يُنذِرُ دَائِمًا بِالْقِتَالِ .

وَفِي عَامِ 1301م ، ظَهَرَ مُذَنَّبٌ فِي سَمَاءِ أَوْرُوبَا ، فَقَامَ الرَّسَّامُ الْإِيطَالِيُّ الْمَشْهُورُ (جِيوتو) بِرَسْمِ لَوْحَةٍ فَنِيَّةٍ زَيْنَ بِهَا أَحَدَ جُذُرَانِ كَنِيسَةٍ (سَكْرُوفِنِينَ) فِي مَدِينَةِ (بَادُوا) الْإِيطَالِيَّةِ ، وَقَدْ رَسَمَ الْمُذَنَّبَ كَمَا رَأَاهُ يَوْمَهَا ، وَاقِعًا بَيْنَ بُرْجَيِ (الْحُوتِ) وَ(الدَّلْوِ) ، كَمَا رَسَمَ تَحْتَهُ صُورًا لثَلَاثَةِ حُكَمَاءَ جَاؤُوا مِنَ الشَّرْقِ ، وَهُمْ يَتَجَهَّوْنَ غَرْبًا إِلَى بَلَدَةِ (بَيْتِ لَحْمٍ) فِي فِلَسْطِينَ ، مُهْتَدِينَ بِذَلِكَ الْمُذَنَّبِ السَّاطِعِ ، الْقَائِمِ فَوْقَ مَهْدِ الطِّفْلِ (يَسُوعَ) .

وَفِي عَامِ 1378م ، وَجَدَ نَصٌّ فِي كِتَابِ أَحَدِ الْمُؤَرِّخِينَ ، جَاءَ فِيهِ مَا يَلِي :

”وَقَعَ حَدَثٌ تَمَثَّلَ عَلَى شَكْلِ عَلَامَةٍ دَامَتْ عِدَّةَ أَيَّامٍ فِي السَّمَاءِ ؛ فِي الشَّرْقِ ، وَقَبْلَ بُرُوعِ الْفَجْرِ ، بَرَزَ ، عِدَّةَ مَرَّاتٍ ، نَجْمٌ ذُو ذَنْبٍ لَهُ شَكْلُ الْحَرْبَةِ ، وَكَانَتْ هَذِهِ عَلَامَةٌ نَذِيرِ شُومٍ ، إِذْ حَدَثَ بَعْدَهَا غَزْوٌ لِلْأَرَاضِي الرُّوسِيَّةِ مِنْ قِبَلِ (التترِ) ، لَكِنْ دُمِّرَتْ سُلْطَتُهُمْ ، بَعْدَ ذَلِكَ ، بِمَعْرَكَةِ (ليكوفر) .“

تَكَرَّرَتْ ، بَعَثَتْ فِي نَفْسِهِ الرُّعْبَ وَالتَّشَاوُمَ ، إِذْ كَانَ يَعْتَقِدُ بِأَنَّهَا نَذِيرٌ يُنبِئُ بِوُقُوعِ أَحْدَاثٍ مُزَعِجَةٍ أَوْ مُدْمِرَةٍ تَلِي ظُهُورَ تِلْكَ الْمُذَنَّبَاتِ .

وَقَدْ أَطْلَقَ الْإِنْسَانُ عَلَى الْمُذَنَّبَاتِ أَسْمَاءَ شَتَّى قَبْلَ أَنْ يُطْلَقَ عَلَيْهَا هَذَا الْإِسْمُ ؛ فَفِي عَامِ (1057) ق.م ، وَرَدَ فِي الْكِتَابِ الصِّينِيِّ الْمُسَمَّى (كِتَابُ الْأَمِيرِ هَوَاي نَان) أَنَّ نَجْمًا غَرِيبًا قَدْ ظَهَرَ فِي سَمَاءِ الصِّينِ ، يَجْرُ وَرَاءَهُ ذَنْبٌ طَوِيلًا . كَمَا وَرَدَ فِي بَعْضِ الْوُثَائِقِ التَّارِيخِيَّةِ الْقَدِيمَةِ أَنَّهُ فِي عَامِ (66)م ، ظَهَرَ فِي سَمَاءِ (الْقُدْسِ) جُزْمٌ مُعَلَّقٌ فِي السَّمَاءِ يَسْطَعُ نُورًا ، وَلَهُ شَكْلُ السَّيْفِ ، وَظَلَّ يُرَى لِمُدَّةِ عَامٍ كَامِلٍ ، وَأَنَّهُ يُشِيرُ إِلَى غَضَبِ اللَّهِ عَلَى مَا يَزَكِيهِ الْخَلْقُ مِنْ مُخَالَفَاتٍ وَذُنُوبٍ .

وَقَدْ وَرَدَ فِي الْوُثَائِقِ التَّارِيخِيَّةِ النُّورْمَانْدِيَّةِ ، أَنَّهُ فِي عَامِ 1066م ، شُوهِدَ نَجْمٌ مُذَنَّبٌ يَتَحَرَّكُ بَیْطُهُ فِي السَّمَاءِ ، وَقَدْ اعْتَبَرَ النُّورْمَانْدِيُّونَ ظُهُورَهُ بَشِيرَ خَيْرٍ لَهُمْ ، مِمَّا شَجَّعَ (وِلْيَامَ الْفَاتِحِ) النُّورْمَانْدِيَّ عَلَى غَزْوِ (إِنْكَلْتِرَة) .



لَوْحَةُ الْمَلِكِ النُّورْمَانْدِي (وِلْيَامِ الْفَاتِحِ)

وَقَدْ قَامَ أَحَدُ فَنَائِي الْعُصُورِ الْوُسْطَى بِرَسْمِ لَوْحَةٍ لَهُ ، تُبَيِّنُ اهْتِمَامَ النَّاسِ بِهِ وَتَخَوُّفَهُمْ مِنْهُ . كَمَا وَرَدَ فِي التَّسْجِيلَاتِ التَّارِيخِيَّةِ الَّتِي عُرِثَ عَلَيْهَا ، وَالَّتِي تُشِيرُ إِلَى نَفْسِ الْمُذَنَّبِ الَّذِي ظَهَرَ لِلنُّورْمَانْدِيِّينَ فِي عَامِ 1066م ، مَا يَلِي :

”ظَهَرَتْ عَلَامَةٌ فِي الْغَرْبِ ، وَهِيَ عِبَارَةٌ عَنْ نَجْمٍ كَبِيرٍ جَدًّا ، لَهُ أَشْعَةٌ بِلَوْنِ الدِّمِ ، بَرَزَ مَسَاءً بَعْدَ مَغِيبِ الشَّمْسِ ،



على الأراضي العربية. فنصحه المنجمون، يومها، بأن يؤخر حملته تلك حتى يغيب ذلك المذنب، أو حتى يحين موعد قطاف العنب والتين، لضمانه نجاحها، ولكنه لم يأبه لما قالوه، وقاد جيشه حتى بلغ به (عمورية)، حيث تمكن من إنقاذ المرأة التي استجارت به، ومن هدم تلك المدينة، وأسر عدد كبير من الروم. وقد خلد هذه الحادثة التاريخية الشاعر بقصيدته البائية التي جاء في مطلعها:

السيف أصدق أنباء من الكتب

في حدّ الحدّ بين الجدّ واللعب

إلى أن يقول:

وخوفوا الناس من دهماء مظلمة

إذ بدا الكوكب الغربي ذو الذنب

والعلم في شهب الأرماع لامة

بين الخميسين لا في السبعة الشهب

### الصفات التي شُبهت بها المذنبات

لقد أطلقت الشعوب القديمة على المذنبات التي كانت ترى بالعين المجردة، وفي مقدمتها مذنب (هالي)، أسماء مختلفة



صورة مذنب هالي على شكل غرور ذات ذنب نجوم طويل

وفي عام 1466م، حين ظهر المذنب في سماء أوروبا، تخوف الأوروبيون منه كثيراً، مما نغص عليهم الاحتفال بعيد الميلاد، معتقدين بأنهم مقبلون على مواجهة كوارث جديدة بعد الكوارث التي سببها لهم غزو السلطان العثماني (محمد الفاتح) لمدينة (القسطنطينية)، عاصمة (بيزنطة)، واحتلالها، وتدمير سلطة تلك الإمبراطورية الكبيرة قبل عشر سنوات سبقت ظهور المذنب.

وفي عام 1811م، عندما ظهر المذنب في سماء أوروبا، ربط الناس بين ظهوره وبين الثورة الفرنسية التي وقعت عام 1789م وبين حروب (نابليون بونابرت) وغزوه



في عام 1857م، تخيل الرسامون أن المذنب الذي ظهر سوف يدمر العالم و ينهي الحياة على الأرض.

للأراضي الروسية عام 1812م.

وفي عام 837م، الموافق لعام 223 هـ، ظهر في الأفق الغربي من سماء (بغداد) مذنب تبين فيما بعد أنه مذنب (هالي)، وظل الناس يرونه مدة أربعين ليلة. وكان الخليفة العباسي (المعتصم بالله) قد قرّر غزو مدينة (عمورية)، معقل الروم، وإنقاذ المرأة العربية التي صاحت (واعتصمها) حين أسرها الروم، وقادوها إلى (عمورية)، بعد إغارة قاموا بها



اسْتَمَدُّوْهَا مِنْ الْأَشْكَالِ الَّتِي شُبِّهَتْ بِهَا تِلْكَ الْمُذْنَبَاتُ .  
فَقَدْ أَطْلَقَ الْبَابِلِيُّونَ عَلَيْهَا اسْمَ (الرَّمَّاحِ السَّمَاءِيَّةِ)،  
وَأَعْتَقَدُوا فِعْلاً بِأَنَّهَا رِمَاحٌ كَانَتْ تُجَرِّدُهَا السَّمَاءُ كَوَعِيدٍ لِمَا  
يَرْتَكِبُهُ سُكَّانُ الْأَرْضِ مِنْ مَعَاصٍ وَذُنُوبٍ .

أَمَّا الْيُونَانِيُّونَ فَقَدْ ذَهَبَ بِهِمْ الْخَيَالُ بِاتِّجَاهٍ جَمَالِيٍّ حِينَ  
دَعَوْهَا (الشَّعْرُ السَّمَاءِيُّ)، اعْتِقَاداً مِنْهُمْ بِأَنَّ السَّمَاءَ كَانَتْ  
تَعْرِضُ لِنَيْيِ الْبَشَرِ شَعْرَهَا الذَّهَبِيَّ الْمُتَلَالِيَّ الرَّائِعَ .  
وَنَظَرَ الْعَرَبُ الْقَدَامَى إِلَيْهَا كَسَيْفٍ مُصَلَّتٍ فَوْقَ رِقَابِ  
الْبَشَرِ الَّذِينَ أَغْرَقُوا فِي ارْتِكَابِ الْمَعَاصِي، وَتَنَكَّبُوا عَنْ طَرِيقِ  
الْخَيْرِ، لِذَا دَعَوْهَا (السُّيُوفَ السَّمَاءِيَّةَ) . أَمَّا الْعَرَبُ الْمُسْلِمُونَ  
فَقَدْ دَعَوْهَا (الْكَوَاكِبَ الْمُذْنَبَةَ) أَوْ (الْكَوَاكِبَ ذَاتَ الذَّنْبِ) .

### الْمُذْنَبَاتُ بَيْنَ الْخُرَافَةِ وَالْحَقِيقَةِ

لَمْ يُدَاعَبْ جُزْءٌ مِنْ أَجْرَامِ الْكَوْنِ خَيَالِ النَّاسِ وَالْمُفَكِّرِينَ  
وَالْعُلَمَاءِ كَمَا دَاعَبَتْهُ الْمُذْنَبَاتُ، لِأَنَّهَا أَجْرَامٌ كَانَتْ تَمُرُّ فِي  
سَمَاءِ الْأَرْضِ فِي فتراتٍ مُتَبَاعِدَةٍ وبِأَشْكَالٍ مُثِيرَةٍ .

وَإِذَا كَانَ عَامَهُ النَّاسُ قَدْ نَظَرُوا إِلَى الْمُذْنَبَاتِ عَلَى أَنَّهَا  
رَمَزٌ لِفُضْضِ الْإِلَهِ، وَرَأَوْا فِيهَا السُّيُوفَ الدَّامِيَّةَ، وَالْحِرَابَ  
الْمُشْهَرَّةَ، وَالتَّذِيرَ الْمُخِيفَ الْمُرْعِبَ، فَإِنَّ قِسْماً مِنَ الْمُفَكِّرِينَ  
وَالْعُلَمَاءِ نَسَجَ حَوْلَهَا أَقَاوِيلَ، وَاسْتَعِجَ عَلَيْهَا، أَحْيَاناً، الْحَيَاةَ،  
كَمَا جَعَلَهَا، فِي أَحْيَانٍ أُخْرَى، تَفْعَلُ الْأَعَاجِيبَ، وَتَأْتِي  
بِالْمُعْجَزَاتِ، وَتَدْخُلُ التَّارِيخَ وَالِدِّينَ مِنْ بَابَيْهَا الْوَاسِعِ .



عندما تنبأ العلماء بقدوم مذنب هالي عام 1910، اعتقد الناس أن دُيْلَهُ  
يحتوي على سموم ستقتلهم جميعاً، لذلك قام كل واحد منهم بإبتكار  
طريقة للهروب من هذا المر (كما يبدو في هذا المنشور الفرنسي).

### لَقَدْ دَرَجَتِ الْمُذْنَبَاتُ

وَالْكُويْكَبَاتُ عَلَى الْإِزْطَامِ بِالْأَرْضِ بِقُوَّةٍ قَبْلَ نَحْوِ أَرْبَعَةِ  
بِلَايِنِ سَنَةٍ . وَحَتَّى الْآنَ مَا زَالَتِ الْأَرْضُ تَكْتَسِبُ مِثَابَ الْأَطْنَانِ  
مِنَ الْغُبَارِ وَالتِّيَارِكِ النَّاخِجَةِ عَنْ هَذِهِ الْأَجْسَامِ كُلِّ يَوْمٍ . وَيُغْتَبَرُ  
التَّعْدِيدُ مِنَ الْجُسِيْمَاتِ الْغُبَارِيَّةِ الَّتِي لَا يَتَجَاوَزُ قُطْرُ مُعْظَمِهَا  
جُزْءاً مِنْ أَلْفٍ مِنَ الْمِلِمِترِ، غَنِيّاً بِالْجُزْئِيَّاتِ الْعُضْوِيَّةِ الَّتِي  
صُنِعَتْ فِي الْغَيْمَةِ الْقَائِمَةِ الَّتِي أَنْتَجَتْ الْمَنْظُومَةَ الشَّمْسِيَّةَ،  
وَيُفْتَرَضُ أَنَّ الْفُجُوتِ فِي الْجُسِيْمِ الشَّفَلِيِّ اخْتَوَتْ فِي الْمَاضِي  
عَلَى الْجَلِيدِ الَّذِي تَبَخَّرَ عِنْدَمَا ابْتَعَدَ الْغُبَارُ عَنْ مُذْنَبِهِ الْأُمِّ .



حبيبة غبار

مِنْ ذَلِكَ مَا رَوَّجَهُ بَعْضُ الْمُفَكِّرِينَ وَالْمُؤَرِّخِينَ مِنْ أَنَّ  
هُنَاكَ تَرَابُطاً بَيْنَ ظُهُورِ الْمُذْنَبِ فِي السَّمَاءِ وَبَيْنَ وَقُوعِ أَحْدَاثٍ  
تَارِيخِيَّةٍ هَامَّةٍ، مُسْتَعِينِينَ عَلَى ذَلِكَ بِسَرْدِ بَعْضِ الْأَحْدَاثِ  
التَّارِيخِيَّةِ الَّتِي اتَّفَقَ وَقُوعُهَا فِي ذَاتِ السَّنَةِ الَّتِي ظَهَرَ فِيهَا  
الْمُذْنَبُ فِي سَمَاءِ الْأَرْضِ، وَأَحْيَاناً أَعْقَبَ بَعْضُهَا ظُهُورَهُ :

كَمَا رَبُّطُوا بَيْنَ وَقُوعِ الْحَرْبِ الْعَالَمِيَّةِ عَامَ 1914م،  
وَمُرُورِ مُذْنَبِ (هالي) بِسَمَاءِ الْأَرْضِ قَبْلَ (4) سَنَوَاتٍ مِنْ  
بَدْءِ تِلْكَ الْحَرْبِ، أَيْ فِي عَامِ 1910م، وَكَانَتْهُمْ لَمْ يُلَاحِظُوا  
أَنَّ مُذْنَبَ (هالي) كَانَ قَدْ مَرَّ بِسَمَاءِ الْأَرْضِ (39) مَرَّةً فِيمَا  
بَيْنَ عَامَيِ 1057 ق.م و 1910م، وَأَنَّ مُرُورَهُ ذَاكَ لَمْ يَتَّفَقَ مَعَ  
وُقُوعِ أَحْدَاثٍ تَارِيخِيَّةٍ هَامَّةٍ إِلَّا (6) مَرَّاتٍ فَقَطْ، وَأَنَّ ذَلِكَ  
نَاجِمٌ عَنِ اتَّفَاقِ تِلْكَ الْأَحْدَاثِ صُدْفَةً مَعَ مُرُورِهِ .

وَلَعَلَّ مَا هُوَ أَذْهَى مِنْ ذَلِكَ وَأَعْرَبَ، الْأَفْكَارُ الَّتِي جَاءَ  
بِهَا الْمُفَكِّرُ وَالْفَيْلَسُوفُ الْأِيرْلَنْدِيُّ (دافيد هيوم) الَّذِي عَاشَرَ  
بَيْنَ أَعوَامِ (1711 - 1772)م، وَالَّتِي جَاءَ فِيهَا :

”مَا الْمُذْنَبَاتُ إِلَّا خَلَائِجَاتُ تَنَاسُلِيَّةٍ قَائِمَةٍ فِي الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ،  
تَنْتَبِقُ عَنْ تَرَاوُجِ النُّجُومِ، لِتَتَحَوَّلَ فِيمَا بَعْدَ إِلَى كَوَاكِبَ“ .



(منبتاح) وَجَيْشُهُ - وَهُوَ يُطَارِدُ مُوسَى وَقَوْمَهُ - إِلَى ذَلِكَ الْجِسْرِ، وَيَدْعُوهُمَا بِعُبُورِهِ، إِنهَارَ بِهِمْ، إِذْ كَانَ الْجَلِيدُ الْمُمَسِكُ بِصُخُورٍ وَعَازَاتٍ وَأَثَرِيَةِ الْمُذَنْبِ، قَدْ ذَابَ، فَغَرِقَ فِرْعَوْنُ وَجُنْدُهُ، وَنَجَا (مُوسَى).

وَلَعَلَّ (فيليكوفسكي) تَصَوَّرَ أَنَّ ذَلِكَ الْمُذَنْبَ قَدْ هَبَطَ بِمِظْلَةٍ وَاقِيَةٍ أَوْصَلَتْهُ بِكَامِلٍ كُتْلَتِهِ الثَّلْجِيَّةِ الثَّرَابِيَّةِ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ سَالِمًا، مُتَّخِذًا بَيْنَ ضِفْتَيْ (الْبَحْرِ الْأَحْمَرِ) شَكْلَ جِسْرِ مُتَمَاسِكٍ مُمَهَّدٍ.

وَقَدْ وَرَدَتْ تَتَمَّةٌ لِهَذِهِ الْقِصَّةِ فِي بَعْضِ النُّصُوصِ التَّارِيخِيَّةِ الْقَدِيمَةِ، جَاءَ فِيهَا:

(وَقَدْ آدَى سُقُوطُ ذَلِكَ الْمُذَنْبِ إِلَى إِيقَافِ الْأَرْضِ عَنِ الدَّوَرَانِ، فَتَارَتْ بِرَاكِئِهَا مُغْطِيَةً مَسَاحَاتٍ كَبِيرَةً بِلَابَاتِهَا، كَمَا رَافَقَ ذَلِكَ حَدُوثُ طُوفَانٍ كَبِيرٍ).

وَتَنَافَى هَذِهِ التَّخَيُّلاتُ الْوَاقِعَ الْعِلْمِيَّ مِنْ عِدَّةٍ وَجُوهٍ، حَتَّى لَوْ تَصَوَّرْنَا، عَلَى سَبِيلِ الْخَيَالِ، وَصُولَ الْمُذَنْبِ بِكَامِلٍ كُتْلَتِهِ سَلِيمًا إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ: أَوَّلُهَا أَنَّ (الْبَحْرَ الْأَحْمَرَ) يَبْلُغُ عَرْضُهُ فِي أَضْيَقِ مَنَاطِقِهِ (200) كم، كَمَا أَنَّ مُتَوَسِّطَ عُمْقِهِ (2500) م، وَأَنَّ نَوَاةَ مُذَنْبٍ تَصِلُ بَيْنَ سَاحِلَيْهِ لَا بُدَّ أَنْ يَكُونَ ارْتِفَاعُهَا فِي حُدُودِ (100) كم عَلَى أَقْلٍ تَقْدِيرٍ، حَسَبَمَا جَاءَتْ بِهِ نَتَائِجُ سَبْرِ الْمُذَنْبَاتِ، وَالتِّي دَلَّتْ عَلَى أَنَّ الْقَطَرَ الصَّغِيرَ فِي النُّوَاةِ يُعَادِلُ نِصْفَ الْقَطْرِ الْكَبِيرِ فِيهَا تَقْرِيْبًا. فَإِذَا مَا غَاصَ مِنْ نَوَاةِ مُذَنْبِ (الْبَحْرِ الْأَحْمَرِ) حَوَالِي (2.5) كم بَيْنَ قَاعِهِ وَسَطْحِهِ يَظُلُّ ارْتِفَاعُ مَا بَقِيَ فَوْقَ سَطْحِ الْأَرْضِ مِنَ النُّوَاةِ مَا ارْتِفَاعُهُ حَوَالِي (97.5) كم.

وَنَاحِيهَا أَنَّ جَبَلًا مِثْلَ هَذَا، سَوَاءً كَانَ ثَلْجِيًّا أَمْ صَخْرِيًّا، لَا يُمْكِنُ لِعَبْرِ الْمَرَكَبَاتِ الْفَضَائِيَّةِ وَالْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ اجْتِيَاؤَهُ، وَبِخَاصَّةٍ أَنَّ نَوَى الْمُذَنْبَاتِ تُشَبِّهُ الْفُؤَالَ السُّودَانِيَّ، كَمَا مَرَّ مَعَنَا، وَذَاتِ سَطْحٍ أَمْلَسَ تَقْرِيْبًا.

وَهَذَا (إِسْحَاقُ نِيُوتَن)، الْعَالِمُ الْكَبِيرُ، وَصَاحِبُ قَانُونِ الْجَازِبِيَّةِ، الَّذِي عَاشَ بَيْنَ أَغْوَامِ (1643 - 1727) م، وَالَّذِي عَاصَرَ (إِدْمُونْدَ هَالِي)، كَانَ يَرَى أَنَّ الْمِيَاهَ الَّتِي تَمَلَأُ مُحِيطَاتِ الْأَرْضِ وَبِحَارَهَا، إِنَّمَا جَاءَتْ كَتَبِيَّةٍ لِاصْطِدَامِ الْمُذَنْبَاتِ بِالْأَرْضِ؛ وَأَنَّهُ كُلَّمَا قَعَدَتِ الْأَرْضُ شَيْئًا مِنْ مَائِهَا، قَامَتِ الْمُذَنْبَاتُ بِتَغْوِيضِهِ؛ وَأَنَّ جَلِيدَ وَثُلُوجٍ وَمِيَاهَ كَوْكَبِ (الْمَرِيخِ) كُلُّهَا جَاءَتْهُ عَنْ طَرِيقِ اصْطِدَامِ الْمُذَنْبَاتِ بِهِ.



جَاءَ فِي أَقْوَالِ (إِسْحَاقُ نِيُوتَن): "إِنِّي أَشْكُ فِي أَنْ تَكُونَ الْمُذَنْبَاتُ هِيَ السَّبَبُ الْأَسَاسِيُّ فِي إِيْجَادِ الْحَيَاةِ وَالرُّوحِ عَلَى سَطْحِ كَوْكَبِنَا، الْأَرْضِ، وَلَكِنِّي أَرَاهَا عَلَى صَخَرِهَا غُضْرًا نَافِعًا فِي هَوَانِنَا، وَضُرُورِيًّا لِإِمْدَادِ الْأَحْيَاءِ بِمَقْرَمَاتِهَا عَلَى أَرْضِنَا".

وَلَعَلَّ أَغْرَبَ مَا جَاءَ بِهِ خَيَالُ الْعُلَمَاءِ حَوْلَ الْمُذَنْبَاتِ، تِلْكَ الْأَفْكَارُ الَّتِي وَرَدَتْ فِي كِتَابِ (اصْطِدَامِ الْعَوَالِمِ)، لِمُؤَلِّفِهِ (عِمَانُؤِيلُ فِيلِيكُوفِسْكِ)، الَّذِي نُشِرَ عَامَ 1950م، وَجَاءَ فِيهِ: (إِنَّ مُذَنْبًا ضَخْمًا هَوَى بِاتِّجَاهِ سَطْحِ الْأَرْضِ، وَسَقَطَ فَوْقَ (الْبَحْرِ الْأَحْمَرِ)، وَأَنَّ نَوَاةَ هَذَا الْمُذَنْبِ شَطَرَتْ ذَلِكَ الْبَحْرَ إِلَى شَطْرَيْنِ، مُشَكِّلَةً جِسْرًا وَصَلَ بَيْنَ شَاطِئَيْهِ. وَقَدْ حَدَثَ ذَلِكَ عِنْدَمَا وَصَلَ (مُوسَى) عَلَيْهِ السَّلَامُ وَقَوْمِهِ إِلَى شَاطِئِ ذَلِكَ الْبَحْرِ، فَعَبَّرُوهُ. وَلَمَّا وَصَلَ فِرْعَوْنُ مِصْرَ





دور المذنبات والنيازك في بذر الحياة على الأرض

إنَّ جُزَيْئاتَ عضويّة مُعقّدة - لها مثيلاتها في الأشياء الحيّة - تسودُ في الأجزاء المظلمة من غيوم مُمتدّة بين النجوم. لقد انهارت قبل ما ينوف على أربعة ملايين سنة، واحدة من تلك الغيوم مُشكلة قرصاً مدوّماً أنجب الشّمس والكواكب. وقد نجحت بعضُ الجُزْيات الهشة من الحرارة الغنيّة التي رافقت تشكّل المنظومة الشّمسيّة بالبقاء مُجمّعة في المذنبات عند الحافة الباردة للقرص المدوم. وقامت المذنبات وباقي مُخلّفات الغيمة بنقل هذه الجُزْيات إلى الأرض.

فَكَيْفَ يُمكنُ لِمُذنبٍ مثلِ مُذنبِ (هالي)، أو غيره، أن يوقِفَ دَوْرانَ الكُرّةِ الأرضيّةِ عندَ سُقوطِهِ عَلَيْهَا، وأن يُثيرَ بَرَائِنَها، وَيُسبّبَ طُوفاناً عارِماً عَلَيْهَا؟

ولِهَذَا العالَمِ (عمانوئيل فيليكوفسكي) تصوّرَ آخَرُ حَوْلَ المذنباتِ، بعيدُ كُلِّ البُعْدِ عَنِ المَنطِقِ العِلْمِيِّ، جاءَ فِيهِ :  
”إنَّ كَوَكَبَ (الرّهرة) كانَ في الأصلِ مُذنباً، تَسَرّبَ إلى كَوَاكِبِ المَنظُومَةِ الشّمسيّةِ، وأخذَ يدُورُ بَيْنَها، مُتَنَقِّلاً بَيْنَ مَدَارَاتِها، حَتّى اسْتَقَرَّ بَيْنَ كَوَكَبَي (عُطارد) وَ (الأرضِ).“

وَمِثْلُ هَذَا التّصوّرِ تَرَفُّضُهُ كُلُّ المُعْطَيَاتِ الّتي جَاءَتْ بِها الدَّراساتُ الفَلَكِيّةُ، حَتّى الأوَلِيّةُ مِنْها، ذَلِكَ أَنَّ كُتْلَةَ كَوَكَبِ (الرّهرة) تُفوقُ كُتْلَةَ أَكْبَرِ مُذنبٍ اكْتُشِفَ حَتّى اليَوْمِ بِمِقْدَارِ (30) مِليُونِ مرّةٍ. كَمَا يَتَأَلَّفُ هَذَا الكَوَكَبُ، حَسَبَما

وَلَوْ تَصَوَّرْنَا جَدَلاً، مَعَ مُخَالَفَةِ الحَقِيقَةِ، أَنَّ ذَلِكَ الجِسرَ الثَّلْجِيَّ لَمْ يَكُنْ كَمَا وَصَفْنَاهُ، وَإِنَّمَا كانَ جِسرًا مُبْسِطاً، فَإِنَّ (مُوسى) وَقَوْمَهُ يَحْتَاجُونَ إلى عَشْرَةِ أَيّامٍ، على الأقلِّ، لِقَطْعِ ذَلِكَ الجِسرِ، إِذْ كانوا مُشاةً، عِلْماً بِأَنَّ وُجُودَهُ في قَلْبِ مِياهِ البَحْرِ الأَحْمَرِ، ذِي المِياهِ الدّافِئَةِ، مِنْ جِهَةٍ، وَتَحْتَ تَأثيرِ الجَوِّ الحارِّ الَّذِي يَسودُ تِلْكَ المِنطَقَةَ الصّحراويّةَ، مِنْ جِهَةٍ أُخْرَى، سَيُودَيانِ إلى ذَوْبانِهِ وَتَفْكَكِ أَجْزائِهِ خِلالَ سَاعَاتٍ مَحْدُودَةٍ.

وَحَتّى لو افترضنا أَنَّ نِوَةَ ذَلِكَ المُذنبِ قد سَقَطَتْ فَوْقَ (خَلِيجِ السُّوَيْسِ) الَّذِي يَبْلُغُ عَرْضُهُ في أَضْيَقِ مَناطِقِهِ (20) كم، وَلَا يَزِيدُ عُمُقُهُ على (200) م، وَشَكَلَتْ جِسرًا يَصِلُ بَيْنَ سَاحِلَيْهِ، فَإِنَّ ارْتِفَاعَ مِثْلِ هَذَا الجِسرِ سَيَكُونُ حِوَالِي (10) كم على أَقلِّ تَقْدِيرٍ، وَهُوَ ذُو سَطْحٍ مُقَبَّبٍ زَلِقٍ، لَا يُمكنُ ارْتِقاؤُهُ أَوْ سُلُوكُهُ بِحالٍ مِنَ الأحوالِ.

وَأَهمُّ مِنْ كُلِّ ما قَدَمْنَاهُ، النّتائِجُ الّتي جَاءَتْ بِها الأَبْحاثُ المُؤكّدةُ، والدَّراساتُ العِلْمِيّةُ المُوثَقّةُ، الّتي تُحْتَمُ انْفِجارُ نِوَةِ أيِّ مُذنبٍ تَهوِي بِاتِّجاهِ الأرضِ، وَذَلِكَ قَبْلَ مُلَامَسَتِها لِسَطْحِها، بِسَبَبِ الضَّغْطِ الهائلِ الَّذِي تُحْدِثُهُ النّوَةُ على كُتْلَةِ الهَوَاءِ المُحْبُوسَةِ بَيْنَها وَبَيْنَ سَطْحِ الأرضِ، أَوْ بَيْنَها وَبَيْنَ سَطْحِ المَاءِ، كَمَا مرَّ مَعَنَا.

وَرَدّاً على ما جَاءَ في النّصُوصِ التّاريخيّةِ القَدِيمَةِ، يَجِبُ أَنْ نَتَذَكَّرَ ما كُنّا قَدْ ذَكَرْنَاهُ مِنْ قَبْلُ، وَهُوَ أَنَّ قَلَّةً كَثافَةً المذنباتِ، وَهَشاشَةً مُركّباتِها، وَصِغَرَ النّوَةِ فِيها، يَجْعَلُها لَا تُؤثّرُ في حَرَكَةِ الكَوَاكِبِ، مَهْمَا اقْتَرَبَتْ مِنْها، حَتّى وَلَا بِأَقْمارِها، كَمَا هُوَ الحالُ في مُذنباتِ (المُشتري) الّتي تَقْتَرِبُ كَثِيراً مِنْ أَقْمارِهِ دُونَ أَنْ تَتَرَكَ أيَّ أثرٍ في حَرَكَتِها أَوْ مَسارِها.



الطوفان الذي أهلك كل شيء على سطح الأرض، تركت وراءها تلك التربة الخصبة العميقة التي نراها اليوم على طرفي نهري (دجلة والفرات) وبينهما.

هو معروف، من صخور ومعادن تكاد تكون خالية من غاز (الهيدروجين)، بينما يؤلف بخار الماء المتجمد القسم الأكبر من جرم المذنبات.

ومن العلماء الذين جمع بهم الخيال (إدموند هالي)،



تصادم المذنبات مع الأرض: تقع المذنبات وراء مدار نبتون في حزام كوبر وغيمة (أورت). وكما هي حال الكويكبات، فإن هذه المذنبات لا تقترب من الأرض إلا عندما يتم إخراجها من مساراتها الدائرية. ومن المحتمل أن يندمج حزام كوبر في غيمة أورت التي تبعد عنا مسافة تقدر بخمس المسافة التي تفصلنا عن أقرب نجم منا وهو (ألfa قنطورس). إن مذنب هالي (في المرتبة على اليمين) هو زائر قادم من غيمة (أورت) انتقل إلى مدار إهليلجي حول الشمس بدورة قدرها 76 سنة.

ولو عدنا إلى جميع الدراسات التي تناولت المذنبات وانفجارها لرأينا أنه مهما كان المذنب كبيراً، وكانت موجة الصدم التي يحدثها انفجاره قوية، تظل عاجزاً، ولدرجة كبيرة، عما أراده له (إدموند هالي). إذ تظل موجة الصدم التي تحدثها

مكتشف المذنب الذي سمي باسمه. فقد رد هذا العالم الطوفان الذي أصاب الكرة الأرضية، وأشارت إليه جميع الكتب السماوية وكثير من الوثائق التاريخية القديمة، والمعروف بطوفان (نوح)، إلى انفجار مذنب فوق (الخليج العربي)، أدّى إلى اندفاع مياهه التي غمرت سهول (دجلة والفرات) والجبال المحيطة بها. كما أدت (موجة الصدمة) التي أحدثها ذلك الانفجار إلى تناثر قسم من مياه الخليج باتجاه السماء، تحوّل فيما بعد إلى أمطار غزيرة دامت زمناً طويلاً. كما أدت (موجة الصدمة) تلك إلى تشقق الأرض، وانبثاق ينابيع غزيرة لا حصر لها. وبعد أن انسحبت مياه



الْمُذْنَبَاتُ، مَهْمَا عَظُمَتْ، أَضْعَفَ مِنْ أَنْ تَسْتَطِيعَ نَزْحَ مِيَاهِ بَحْرِ،  
أَوْ إِغْنَاءَ السَّمَاءِ بِالْمَاءِ، أَوْ أَنْ تُزَلْزَلَ الْأَرْضُ وَتُشَقَّقَهَا.

هَذَا مِنْ نَاحِيَةٍ، وَمِنْ نَاحِيَةٍ أُخْرَى فَإِنَّهُ عِنْدَمَا تُغْمَرُ  
مِنْطَقَةُ (كَالْعِرَاقِ)، مَعَ جِبَالِهَا الَّتِي لَا يَقِلُّ وَسَطِيُّ ارْتِفَاعِهَا  
عَنْ (3000) م، فَهَذَا يَعْنِي أَنَّ جَمِيعَ الْمَنَاطِقِ الْمُتَّصِلَةِ مَعَ  
(الْعِرَاقِ) كَعَرَبُستَان، وَبِلَادِ الشَّامِ، وَشِبْهِ جَزِيرَةِ الْعَرَبِ،  
سَتَكُونُ هِيَ الْأُخْرَى مُعْطَاةً بِالْمِيَاهِ، وَعَلَى مِثْلِ هَذَا الارتفاعِ.  
وَتَحَقُّقُ أَمْرِ كَهَذَا، لَا بُدَّ لَهُ مِنْ مِيَاهٍ يُعَادِلُ حَجْمَهَا عَشْرَاتِ  
الْمَرَّاتِ حَجْمَ مِيَاهِ (الْخَلِيجِ الْعَرَبِيِّ) الَّذِي لَا يَزِيدُ عُقْمُهُ عَلَى  
(200) م.

وَحَتَّى لَوْ فَرضْنَا جَدلاً بِأَنَّ (مَوْجَةَ الصَّدْمِ) قَدْ دَفَعَتْ  
بِمِيَاهِ (الْخَلِيجِ الْعَرَبِيِّ) إِلَى أَرَاضِي (الْعِرَاقِ) الْمُتَمَوِّجَةِ  
وَحَدَّهَا، دُونَ أَنْ تُغَطِّيَ جِبَالَهَا، فَإِنَّ الْمَاءَ الَّذِي تَدْفَعُهُ تِلْكَ  
الْمَوْجَةُ، لِيُغَطِّيَ تِلْكَ الْأَرَاضِي، لَنْ يَلْبَثَ أَنْ يَرْتَدَّ نَحْوَ  
(الْخَلِيجِ الْعَرَبِيِّ) عِنْدَ انْتِهَاءِ قُوَّةِ دَفْعِ تِلْكَ الْمَوْجَةِ، وَبِحَرَكَةِ  
رَدِّ فِعْلِ مُعَاكِسٍ، جَارِفاً مَعَهُ كُلَّ مَا يَجِدُهُ فِي طَرِيقِهِ مِمَّا  
حَمَلَتْهُ مَعَهَا الْمِيَاهُ الَّتِي دَفَعَتْهَا مَوْجَةُ الصَّدْمِ، وَمِمَّا كَانَ عَلَى  
تِلْكَ الْأَرَاضِي مِنْ قَبْلُ.

مِنْ هَذَا كُلِّهِ يَبَيِّنُ الْمَدَى الَّذِي ذَهَبَتْ إِلَيْهِ تَصَوُّرَاتُ هَذَا  
الْعَالَمِ، الَّتِي لَمْ تُبْنِ عَلَى دِرَاسَةٍ وَاقِعِيَّةٍ، لِمَا قَدَّمَهُ مِنْ أَفْكَارٍ  
حَوْلَ الْأَنْثَارِ الَّتِي يُخَلْفُهَا انْفِجَارُ الْمُذْنَبِ، وَإِنَّمَا جَاءَتْ كَأَفْكَارٍ  
مُثِيرَةٍ تَحْمِلُ فِي طِبَائِهَا الْكَثِيرَ مِنَ التَّضْخِيمِ وَالْبُعْدِ عَنِ الْوَاقِعِ.

## فَرَضِيَّاتُ نُشُوءِ الْمُذْنَبَاتِ

تَنْقَسِمُ الْفَرَضِيَّاتُ الَّتِي تَبْحَثُ فِي أَصْلِ الْمُذْنَبَاتِ إِلَى  
ثَلَاثَةِ أَقْسَامٍ رَئِيسَةٍ هِيَ :

(1) فَرَضِيَّاتٌ تَعْتَبِرُ الْمُذْنَبَاتِ أَجْزَاءً قَادِمَةً إِلَيْنَا مِنْ نُجُومٍ  
أُخْرَى، أَوْ أَنَّهَا نَشَأَتْ فِي دَوَامَةِ سَدِيمِيَّةٍ كَوْيَّةٍ، مُسْتَقْبَلَةٍ عَنِ

الدَّوَامَةِ السَّدِيمِيَّةِ الَّتِي تَشَكَّلَتْ مِنْهَا أُسْرَةُ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ .

(2) فَرَضِيَّاتٌ تَرُدُّ تَشَكُّلَ الْمُذْنَبَاتِ إِلَى انْسِلَاخِ جُزْءٍ مِنْ  
كَوَاكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، وَابْتِعَادِهِ فِي الْفَضَاءِ الْخَارِجِيِّ،  
ثُمَّ دُخُولِهِ مُجَدِّداً فِي مَجَالِ جَاذِبِيَّةِ الشَّمْسِ .

(3) الْفَرَضِيَّةُ الْحَدِيثَةُ الَّتِي تَعْتَبِرُ حَافَّةَ سَدِيمِ الْمَنْظُومَةِ  
الشَّمْسِيَّةِ الْمَكَانَ الَّذِي تُوَلَّدُ فِيهِ الْمُذْنَبَاتُ (سَحَابَةُ أَوْرْت)،  
وَهِيَ الْفَرَضِيَّةُ الَّتِي أَخَذَ بِهَا قِسْمٌ كَبِيرٌ مِنْ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ الْيَوْمَ .  
وَمِنْ أَمَمِ الْفَرَضِيَّاتِ الَّتِي جَاءَ بِهَا أَصْحَابُ الرَّأْيِ الْأَوَّلِ :

1. فَرَضِيَّةُ الْإِنْفِجَارِ النَّجْمِيِّ :

وَهِيَ تَقُولُ بِأَنَّ نَجْماً كَانَ قَدْ انْفَجَرَ، وَخَلَفَ وَرَاءَهُ عَدَداً  
هَائِلاً مِنَ الشُّطَائِيَا الَّتِي اتَّجَهَتْ نَحْوَ النُّجُومِ الْأُخْرَى، وَمِنْهَا  
شَمْسُنَا، وَدَلِيلُهُمْ عَلَى ذَلِكَ، الْمَسَافَاتُ الْفَضَائِيَّةُ الشَّاسِعَةُ الَّتِي  
تَسْبُحُ فِيهَا تِلْكَ الْمُذْنَبَاتُ أَثْنَاءَ دَوْرَانِهَا حَوْلَ الشَّمْسِ، وَالزَّمَنُ  
الَّذِي تَسْتَغْرِفُهُ دَوْرَةُ كُلِّ مِنْهَا، وَالَّتِي تَتَرَاوَحُ بَيْنَ عَشْرَاتِ أَوْ  
مِائَاتِ أَوْ أَلُوفِ أَوْ مِائَاتِ أَلُوفِ السَّنِينَ، يُضَافُ إِلَى ذَلِكَ التَّوَرُّعُ  
الْعُشْوَائِيُّ لِتِلْكَ الْمَدَارَاتِ، وَاخْتِلَافُ مُسْتَوَيَاتِهَا، وَجِهَةُ دَوْرَانِهَا  
حَوْلَ الشَّمْسِ، إِذْ إِنَّ بَعْضَهَا يَدُورُ بِاتِّجَاهِ عَقَارِبِ السَّاعَةِ، بَيْنَمَا  
يَدُورُ بَعْضُهَا الْآخَرُ بَعَكْسِ ذَلِكَ الْإِتِّجَاهِ .

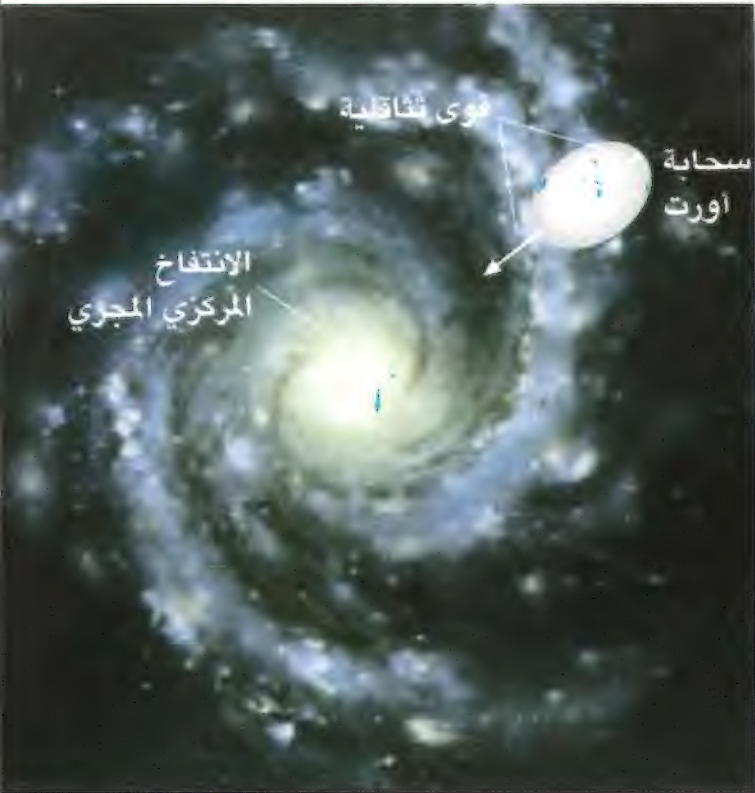
2. فَرَضِيَّةُ السَّدِيمِ الْمُسْتَقْبَلِ :



تُعْتَبَرُ بِقَابَا النُّجُومِ الْمُشْفِجَةِ أَخَذَ مَصَادِرَ الْمُذْنَبَاتِ .



رؤوس الأذرع إلى المنظومة الشمسية، على التوالي، وبفواصل زمني قدره (30 - 50) مليون سنة، وأثناء عبور المنظومة الشمسية لكل ذراع، يتكاثف جزء من غازاتها وغبارها على شكل مذنبات تدور في فلك الشمس، وأنه كلما شارفت المذنبات على الاضمحلال، كانت الشمس قد واجهت مع منظومتها ذراعاً جديدة، تمدها بمذنبات جديدة.

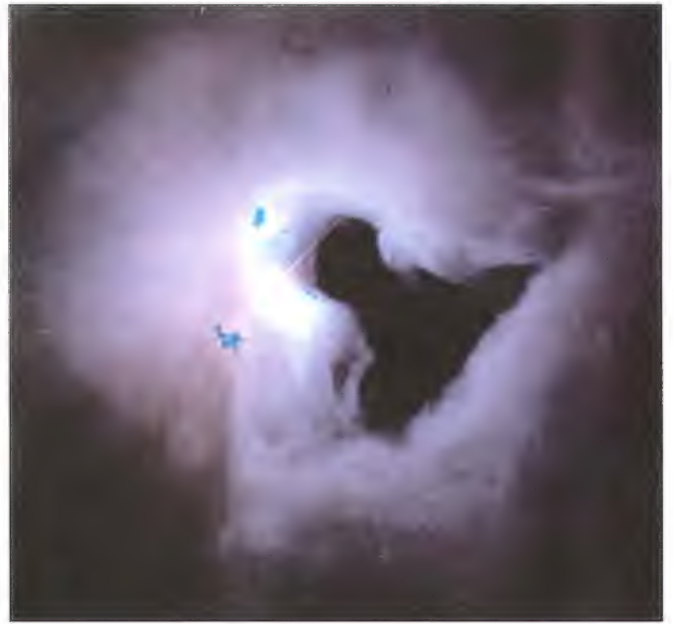


تنشأ قوى المد في الكون بسبب ضعف قوى الثقالة مع البعد. ومن ثم تكون قوة الجذب الصادرة عن الانتفاخ المركزي لمجرتنا (وهو تجمع نجمي على محور الإطار الحلزوني) أكبر على الجانب القريب من (سحابة أورت) منها على الجانب الأبعد. ويؤثر المستوى المجري بقوة مشابهة في اتجاه آخر. إن المد المجري يشبه المد القمري الذي ينشأ عندما تصبح قوى الجذب الثقالي على جهة الأرض الأقرب إلى القمر أكبر منها على الجهة المقابلة.

#### 4. نظرية الحطام الكوني :

قدمها العالم الفلكي الهولندي (جان أورت)، وجاء فيها : إن سديمًا من الغاز والغبار الكوني كان قائمًا حول المنظومة الشمسية قبل تشكلها، فلما تشكلت أخذت الرياح

وقد قدمها العالم الفلكي (ارنست أوبيك) عام 1932 م. وجاء فيها : إن سديمًا كان يقع بعيداً عن الدوامة السديمية الشمسية، لم يلبث أن تحول إلى عدد هائل من المذنبات، وأن بعضها، بسبب عواصف فلكية مختلفة، يضطر للخروج عن مداره في ذلك السديم، فيدخل في جاذبية الشمس، باعتبارها أقرب نجم إليه.



إن السحب القاتمة من الغاز والغبار الموجودة في العيوم السديمية، مثل غيمة NGC 1999 (الواقف في كوكبة الجوزاء) هي أكبر مستودعات للجليد في الفضاء.

#### 3. فرضية مذنبات أذرع المجرة :

تعد مجرتنا المسماة (المجرة الأرضية) أو (درب التبانة) أو (الطريق اللبني)، والتي تضم كل ما نراه في سمائنا من نجوم، من المجرات ذات الأذرع الحلزونية المولفة من الغازات والغبار الكوني.

ويرى واضع هذه الفرضية، بأن وقوع منظومتنا الشمسية بعيداً عن حافة المجرة، ورؤوس أذرعها، يجعل سرعة دورانها حول مركز تلك المجرة، أبطأ من سرعة دوران تلك الأذرع حول ذلك المركز، وأن ذلك يؤدي إلى وصول

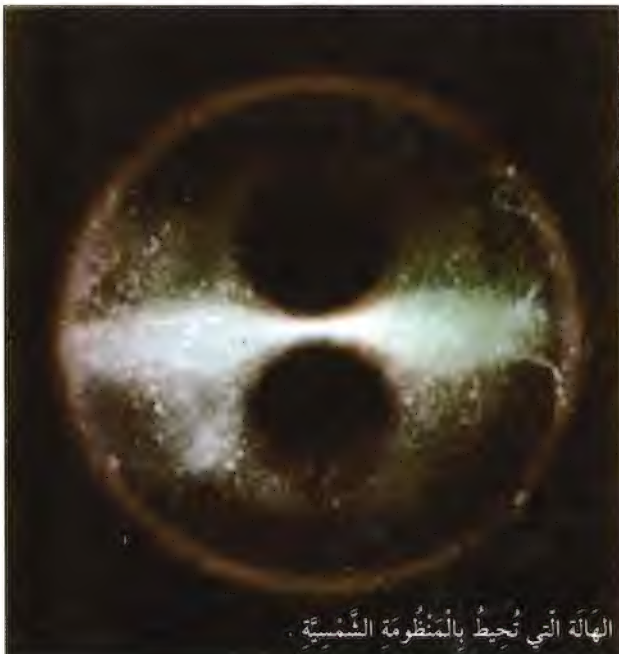


الَّذِي قَدَّمَهَا عَامَ 1978م، أَنَّ كَوْكَبًا كَانَ يَدُورُ بَيْنَ (الْمَرِيخِ وَالْمُشْتَرِي) لَمْ يَلْبَثْ أَنْ انْفَجَرَ، مُخَلِّفًا وَّرَاءَهُ حَلَقَةً الْكُويْكَبَاتِ الْقَائِمَةِ بَيْنَ الْكُوكَبَيْنِ الْمَذْكُورَيْنِ، وَحُطَامًا انْدَفَعَ بَعِيدًا عَنِ الْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ فِي الْفَضَاءِ، وَأَنَّهُ مِنْ ذَلِكَ الْحُطَامِ، تَأْتِيْنَا الْمُدَنَّبَاتُ.

وَأَحَدَتْ فَرَضِيَّاتٍ تَشْكُلُ الْمُدَنَّبَاتِ هِيَ الْفَرَضِيَّةُ الَّتِي انْتَعَدَتْ عَنْ عَامِلِ الصُّدْفَةِ، وَعَمَّا لَا يَتَّفِقُ مَعَ الْقَوَانِينِ الْعَامَّةِ الَّتِي تَحْكُمُ الْمُدَنَّبَاتِ، أَوْ الَّتِي تَسُودُ الْمُنْظُومَةَ الشَّمْسِيَّةَ، حِينَ اعْتَبِرَتِ الْمُدَنَّبَاتُ جُزْءًا مِنْ دَوَامَةِ السَّيْدِيمِ الشَّمْسِيِّ، دَفَعَتْهُ الرِّيَّاحُ الشَّمْسِيَّةُ بَعِيدًا عَنْهَا بَعْدَ تَشَكُّلِهَا، وَتَشَكُّلِ كَوَاكِبِهَا، وَالِدَّلِيلُ عَلَى ذَلِكَ، تَرْكِيبُ تِلْكَ الْمُدَنَّبَاتِ الَّتِي لَا يَكَادُ يَخْتَلِفُ عَنْ تَرْكِيبِ الْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، كَمَا هُوَ مُبَيَّنٌ فِي التَّفْصِيلِ التَّالِيِ لِهَذِهِ الْفَرَضِيَّةِ.

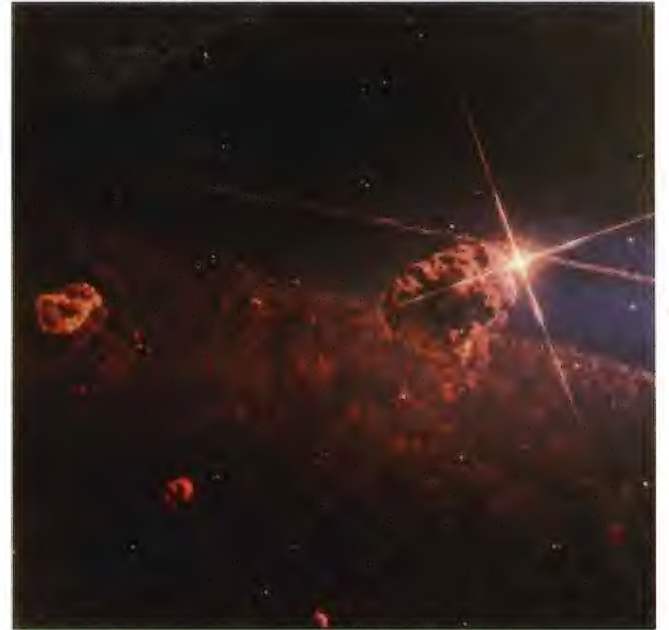
### أَصْلُ الْمُدَنَّبَاتِ

كَانَتِ الْمُدَنَّبَاتُ، قَبْلَ تَكَوُّنِهَا، تُشَكِّلُ حَافَةَ السَّيْدِيمِ الشَّمْسِيِّ الَّتِي تَخْلَفُ بَعْدَ تَشَكُّلِ الشَّمْسِ وَمَجْمُوعَتِهَا مِنْ كَوَاكِبَ وَتَوَابِعَ وَتَبَارِكَ وَشُهَبٍ.



الْهَالَةُ الَّتِي تُحِيطُ بِالْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ

الشَّمْسِيَّةُ بِدَفْعِ ذَرَّاتٍ غُبَارٍ وَعَازِ ذَلِكَ السَّيْدِيمِ بَعِيدًا عَنْهَا، حَتَّى أَصْبَحَ عَلَى بُعْدِ سَنَةِ ضَوْئِيَّةٍ مِنْهَا، وَمِنْ ذَلِكَ السَّيْدِيمِ تُوُلِّدُ الْمُدَنَّبَاتُ الَّتِي تَخْرُجُ عَنْ مَدَارِهَا كُلَّمَا اقْتَرَبَ نَجْمٌ مِنْهَا، لِنُدْخُلَ فِي جَاذِبِيَّةِ الشَّمْسِ، مُتَّخِذَةً لَهَا مَدَارَاتٍ حَوْلَهَا.



أُسْفِرَتْ ثِقَالَةُ الْكَوَاكِبِ خِلَالَ الْمَرَاكِحِ الْمُبَكِّرَةِ لِلنِّظَامِ الشَّمْسِيِّ عَنْ دَفْعِ الْأَجْسَامِ الصَّغِيرَةِ إِلَى الدُّوَرَانِ فِي مَدَارَاتٍ حَوْلَ نَبْتُون. وَقَدْ اتَّجَهَتْ بَعْضُ هَذِهِ الْأَجْسَامِ نَحْوَ الشَّمْسِ فِي حِينَ انْطَلَقَتْ أُخْرَى بِسُرْعَةٍ مُفْرِطَةٍ نَحْوَ (عَيْمَةِ أَوْرْت) النَّائِيَةِ.

أَمَّا الْفَرَضِيَّاتُ الَّتِي تَرْبُطُ تَشَكُّلَ الْمُدَنَّبَاتِ بِالْدَوَامَةِ السَّيْدِيمِيَّةِ الَّتِي نَشَأَتْ مِنْهَا الشَّمْسُ وَمَنْظُومَتُهَا فَهِيَ :

#### 1. فَرَضِيَّةُ الْأَصْلِ الْكُوكَبِيِّ :

وَيَرَى مُفْتَرِضُهَا أَنَّ الْمُدَنَّبَاتِ هِيَ نِتَاجُ الْإِنْدِفَاعَاتِ الَّتِي قَذَفَتْ وَتَقَذِفُ بِهَا بَرَائِكُنْ كُوكَبِي (الْمَرِيخِ وَالْمُشْتَرِي) وَأَقْفَارُهَا إِلَى أَبْعَادٍ كَبِيرَةٍ فِي الْفَضَاءِ الْقَائِمِ حَوْلَ الْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، وَأَنَّهَا لَا تَلْبَثُ أَنْ تَرْتَدَّ بَعْدَ ذَلِكَ بِاتِّجَاهِ الشَّمْسِ، بِفِعْلِ الْجَاذِبِيَّةِ، لِتَتَّخِذَ لَهَا مَدَارَاتٍ حَوْلَهَا.

#### 2. فَرَضِيَّةُ الْإِنْفِجَارِ الْكُوكَبِيِّ :

وَيَرَى وَاضِعُهَا، وَهُوَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ (توماس فلاندرن)،



وَتَعْمَلُ بَعْضُ عَوَامِلِ الْجَذْبِ الْكَوْنِيَّةِ الْمُخْتَلِفَةِ عَلَى إِخْرَاجِ قِسْمٍ مِنْ تِلْكَ الْكُرَاتِ مِنَ الْمَدَارِ الَّذِي تَسْلُكُهُ الْهَالَةُ، وَتَدْفَعُ بِتِلْكَ الْكُرَاتِ لِتَتَّخِذَ لَهَا مَدَاراً مِنْ بَيْنِ مَدَارَاتِ ثَلَاثَةِ هَيَّ:

1. مَدَارٌ خَارِجَ نِطاقِ الْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، حِينَ يُنْطَلِقُ قِسْمٌ مِنَ الْكُرَاتِ إِلَى أَعْمَاقِ الْفَضَاءِ، وَهِيَ مَدَارَاتٌ لَا نَعْلَمُ مِنْ أَمْرِهَا شَيْئاً.

2. أَوْ تَنْطَلِقُ بِاتِّجَاهِ الشَّمْسِ لِتَتَّخِذَ لَهَا مَدَاراً حَوْلَهَا، يَكُونُ إِهْلِيلِجِي الشَّكْلِ، إِنَّمَا شَدِيدُ التَّطَاوُلِ. وَمِنْ هَذِهِ الْمَدَارَاتِ مَدَارٌ مُذْنَبٍ (هَالِي) الَّذِي يُتِمُّ دَوْرَتَهُ حَوْلَ الشَّمْسِ فِي مُدَّةٍ (76) سَنَةً وَ(10) أَيَّامٍ وَسَطِيحاً؛ وَمَدَارٌ مُذْنَبٍ (انكي) الَّذِي تَسْتَغْرِقُ دَوْرَتَهُ (3) سَنَوَاتٍ وَ(109) أَيَّامٍ حَوْلَ الشَّمْسِ؛ وَكَذَلِكَ مَدَارَاتٌ عَدَدٌ كَبِيرٌ مِنَ الْمُدْنَبَاتِ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَ الشَّمْسِ خِلَالَ فِتْرَةٍ مِنَ السِّنِينَ تَطُولُ أَوْ تَقْصُرُ.

3. أَوْ تَتَّخِذُ لَهَا مَدَاراً عَلَى شَكْلِ (قَطْعٍ زَائِدٍ)، أَيْ أَنَّ طَرَفَهُ الْمُنْتَجِعَ نَحْوَ الْفَضَاءِ يَكُونُ مَفْتُوحاً؛ لِذَا فَإِنَّ مِثْلَ هَذِهِ الْمُدْنَبَاتِ تَلْفُ حَوْلَ الشَّمْسِ مَرَّةً وَاحِدَةً، حَيْثُ تُغَادِرُهَا بَعْدَ ذَلِكَ إِلَى أَعْمَاقِ الْفَضَاءِ الْكَوْنِيِّ بِلَا عَوْدَةٍ.

### مَرَاكِزُ تَشَكُّلِ الْمُدْنَبِ

يَكُونُ الْمُدْنَبُ، وَهُوَ فِي طَرِيقِهِ مِنْ حَافَةِ الْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ إِلَى الشَّمْسِ، كُرَّةً غَيْرَ مُنْتَظِمَةٍ، صُلْبَةً وَمُعْتَمَةً، تَمَلَأُ الْحُفَرُ الصَّغِيرَةَ وَالشُّقُوقُ سَطْحَهَا، وَيَتَرَاوَحُ طُولُ قُطْرِهَا الْكَبِيرِ بَيْنَ (5 - 30) كَم، حَسَبَ حَجْمِ الْمُدْنَبِ.

وَعِنْدَمَا تُصْبِحُ تِلْكَ الْكُرَّةُ عَلَى بُعْدِ (600 - 650)

(1) التَّدْوِيمُ: دَوْرَانُ الْكُتْلَةِ حَوْلَ مَرْكَزِهَا، وَدَوْرَانُ كُلِّ جُزْءٍ مِنْهَا حَوْلَ نَفْسِهِ، كَمَا تَفْعَلُ الدَّوَامَةُ الَّتِي يَلْعَبُ بِهَا الْأَطْفَالُ وَالَّتِي تُدْعَى (الْحُذْرُوفُ) أَيْضاً.

وَقَدْ أَدَّتِ الْحَرَكَةُ التَّدْوِيمِيَّةُ<sup>(1)</sup>، الَّتِي خَضَعَ لَهَا ذَلِكَ السَّيِّدُ مَعَ حَافَتِهِ، إِلَى تَشَكُّيلِ كُرَاتٍ ضَخْمَةٍ مُتَجَمِّدَةٍ، مُؤَلَّفَةٍ مِنَ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ وَبُخَارِ الْمَاءِ وَغَارَاتِ (الْهَيْدروجين، وَالْهيليوم، وَالنَّشَادِر، وَالْأَمُونِيَاك، وَالْمِيتَان، وَالْأَكْسِجِين، وَالْآزُوت، وَالسِّيَّانُوم، وَالْكَربُون وَبَعْضُ أَكَّاسِيدِهِ وَبَعْضُ كِبَرِيَّاتِهِ)، بِالإِضَافَةِ إِلَى الْجُزْئِيَّاتِ الْغُبَارِيَّةِ الْمَعْدِنِيَّةِ مِثْلَ (الْحَدِيدِ، وَالسَّلِيلِس، وَالْكَروم، وَالْأَلْمِنيُوم، وَالْمَغْنِيسِيُوم).

وَقَدْ شَكَّلَتْ تِلْكَ الْكُرَاتُ الْمُتَجَمِّدَةُ، الَّتِي قُدِّرَ عَدَدُهَا بِ (100) مِلْيَارِ كُرَّةٍ، هَالَةً تُحِيطُ بِالْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، إِنَّمَا عَلَى بُعْدِ (18000) مِلْيُونِ كِيلُومِترٍ عَنْهَا.

أَمَّا الْفِتْرَةُ الَّتِي تَمَّ فِيهَا تَشَكُّلُ تِلْكَ الْكُرَاتِ، فَيُعْتَقَدُ أَنَّهَا تَالِيَةٌ لِتَشَكُّلِ الشَّمْسِ وَكَوَاكِبِهَا، بِدَلِيلِ أَنَّ (الدَّبَش) - أَيْ الْبَقَايَا الَّتِي خَلَفَتْهَا حَوْلَهَا الْمُنْظُومَةُ الشَّمْسِيَّةِ، وَالْمُؤَلَّفَةُ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ - قَدْ ابْتَعَدَتْ إِلَى مَسَافَةٍ كَبِيرَةٍ عَنِ الشَّمْسِ بِفِعْلِ ضَغْطِ الرِّيحِ الشَّمْسِيَّةِ عَلَيْهَا، مُؤَلَّفَةً هَالَةً مِنَ الْكُرَاتِ الْمُتَجَمِّدَةِ. وَلَوْ أَنَّ تَشَكُّلَهَا جَاءَ مُتَرَامِئاً مَعَ تَشَكُّلِ الْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، أَوْ سَابِقاً لَهَا لَمَا رَأَيْنَاهَا عَلَى مِثْلِ هَذَا الْبُعْدِ الْكَبِيرِ.

لَمَّا كَانَ ارْتِبَاطُ مُذْنَبٍ طَوِيلِ الدَّوَرِ بِالشَّمْسِ ضَعِيفاً. كَانَ لِلْكَوَاكِبِ تَأْثِيرٌ حَاسِمٌ فِيهِ. وَلَا يَتِمَّ كُنُ الْفَلَكَائِيُونَ عَادَةً مِنْ رُؤْيَةِ الْمُدْنَبِ إِلَّا عِنْدَمَا يَكُونُ قَرِيباً مِنَ الشَّمْسِ. وَيُطَبِّقُهُمْ قَوَانِينُ كَبَلَرِ فِي الْحَرَكَةِ السَّمَاوِيَّةِ بُغْيَةً رَسْمَ مَسَارِهِ - أَيْ مَدَارِهِ (الْمُلَاصِقِ) أَوْ الظَّاهِرِيِّ، يَبْدُو الْمُدْنَبُ غَالِباً وَكَأَنَّ مَسَارَهُ عَلَى شَكْلِ قِطْعٍ زَائِدٍ، مِمَّا يُوحِي بِأَنَّهُ آتٍ مِنَ الْفَضَاءِ الْبَيْنَجَمِيِّ وَأَنَّهُ سَيَعُودُ إِلَيْهِ (a). تُبَيِّنُ حِسَابَاتُ أَكْثَرِ تَعْقِيداً (تَدْخُلُ فِيهَا



الْكَوَاكِبِ وَلَا سِوَمَا أَكْبَرُهَا الْمُشْتَرِي) أَنَّ الْمَدَارَ فِي الْوَاقِعِ نَاقِصِي (b)، عِلْمًا بِأَنَّ الْمَسَارَ يَتَغَيَّرُ شَكْلُهُ مَعَ كُلِّ غُورٍ لِلْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ الدَّاخِلِيَّةِ.



عِنْدَمَا يَكُونُ حَجْمُ الْكَرَّةِ كَبِيرًا. وَعِنْدَهَا يَكُونُ قَدْ اكْتَمَلَ تَشَكُّلُ رَأْسِ الْمُذْنَبِ، الَّذِي أَصْبَحَ يَضُمُّ الْكَرَّةَ الْغَازِيَّةَ الَّتِي تُدْعَى (الْعَبَاءَةُ أَوْ الْكُومَا)، ثُمَّ الْكَرَّةُ الصُّلْبَةُ الْمَوْجُودَةُ فِي بَاطِنِهَا وَالَّتِي تُدْعَى (النَّوَاةُ).

وَمَعَ اقْتِرَابِ ذَلِكَ الرَّأْسِ أَكْثَرَ فَأَكْثَرَ مِنَ الشَّمْسِ، تَأْخُذُ الرِّيَّاحُ الشَّمْسِيَّةُ بِدَفْعِ جُزْءٍ مِنْ غَازِ تِلْكَ الْعَبَاءَةِ نَحْوَ الْإِتِّجَاهِ الْمُعَاكِسِ لِحِجَّةِ الشَّمْسِ، لِتُشَكِّلَ مِنْهُ (ذَيْلَ الْمُذْنَبِ) الَّذِي يَتَّخِذُ أَشْكَالًا مُتَعَدِّدَةً، وَأَطْوَالًا مُخْتَلِفَةً.

وَبِذَلِكَ يَكُونُ الْمُذْنَبُ قَدْ أَخَذَ شَكْلَهُ الْأَسَاسِيَّ، حَيْثُ أَصْبَحَ مُؤَلَّفًا مِنْ (رَأْسٍ) يَضُمُّ (الْعَبَاءَةَ) وَ(النَّوَاةَ)، وَمِنْ (ذَيْلٍ) بَالِغِ الطُّولِ وَالْعَرْضِ.

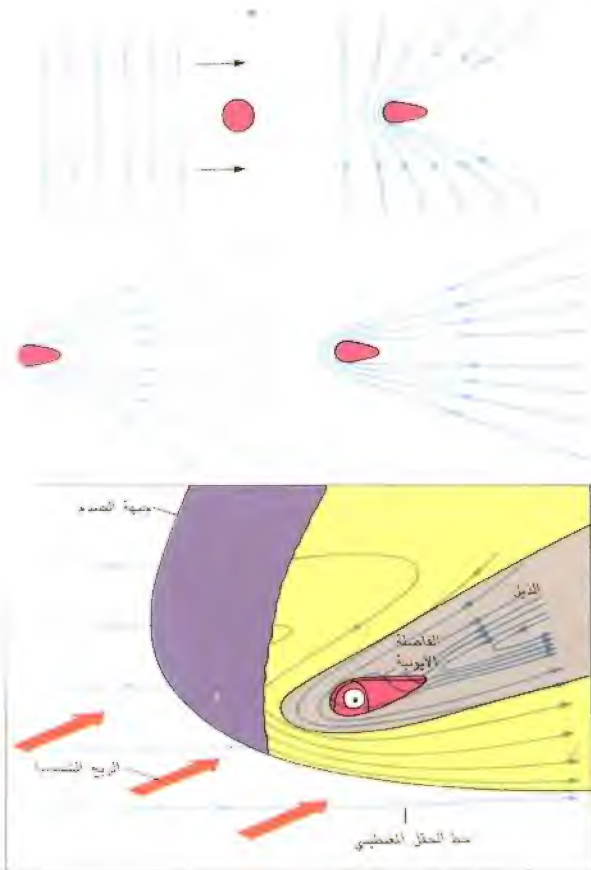
مِائُونَ كِيلُومِترٍ عَنِ الشَّمْسِ، يَبْدَأُ تَأْثِيرُ الْحَرَارَةِ فِيهَا، فَيَتَحَوَّلُ جُزْءٌ مِنْ كُثْلَتِهَا الصُّلْبَةِ إِلَى غَازٍ مُتَسَامٍ<sup>(1)</sup> مَمْرُوجٍ بِالْغُبَارِ، بَعْضُهُ يَخْرُجُ مِنْ سَطْحِ الْكَرَّةِ، وَبَعْضُهُ الْآخَرُ يَنْدَفِعُ مِنْ جَوْفِهَا عَلَى شَكْلِ نَوَافِيرٍ، مَرَّةً عَبْرَ الشَّقُوقِ الَّتِي يَزْدَادُ عَدَدُهَا وَاتَّسَاعُهَا بِفِعْلِ الْحَرَارَةِ الَّتِي تَتَزَايَدُ مَعَ تَزَايُدِ اقْتِرَابِ الْكَرَّةِ مِنَ الشَّمْسِ.



(الْيَدِ الْيُسْرَى لِلْفَجْرِ) - وَهِيَ تَسَمَّى لِلضَّوءِ الْبُرُوجِي Zodiacal light أَطْلَقَهَا الشَّاعِرُ الْفَارِسِيُّ عُمَرُ الْخَيَّامُ وَتُتَبِّرُ بِرُفْقِ السَّمَاءِ الشَّرْقِيَّةِ قَبْلَ الْفَجْرِ مُبَاشَرَةً فِي فَصْلِ الْخَرِيفِ. وَفِي الرَّبِيعِ يُؤَلَّدُ نَفْسُ الْأَثَرِ. (غَسَقًا كَاذِبًا) False dusk فِي الْغَرْبِ بَعْدَ غَسَقِ الْمَسَاءِ، وَالْوَهْجُ هُوَ فِي الْحَقِيقَةِ مُجَرَّدُ ضَوْءٍ شَمْسِيٍّ مُعْكَسٍ عَنِ الْغُبَارِ الَّذِي تَنْثَرُهُ الْكُويْكَبَاتُ وَالْمُذْنَبَاتُ فِي الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ الدَّاخِلِيَّةِ. وَيُرَافِقُ وَهْجٌ مُبَاطِلٌ لِنُجُومٍ أُخْرَى، وَهُوَ بِذَلِكَ يَفْضَحُ وَجُودَ الْكُويْكَبَاتِ وَالْمُذْنَبَاتِ حَوْلَهَا.

وَيَأْخُذُ ذَلِكَ الْغَازُ، الْمَمْرُوجُ بِالْغُبَارِ الْكُونِيَّ، بِالتَّمَدُّدِ حَوْلَ الْكَرَّةِ الصُّلْبَةِ الَّتِي يَحْتَضِنُهَا، مُشَكِّلًا كَرَّةً غَازِيَّةً يَصِلُ سُمْكُهَا إِلَى (100.000) كَم، وَقَدْ يَزِيدُ عَلَى ذَلِكَ كَثِيرًا

(1) التَّسَامِي: هُوَ تَحَوُّلُ الْأَجْسَامِ الصُّلْبَةِ إِلَى غَازٍ، دُونَ الْمُرُورِ بِمَرْحَلَةِ الشُّبُولَةِ.



يُبَيِّنُ هَذَا الرَّسْمُ التَّفَاعُلَ بَيْنَ مُذْنَبٍ وَرِيحٍ شَمْسِيَّةٍ، إِنَّ خُطُوطَ الْحَقْلِ الْمِغْنَطِيسِي (الْمُتَجَمِّدَةِ) فِي الرِّيحِ الشَّمْسِيَّةِ غَيْرُ قَادِرَةٍ عَلَى اخْتِرَاقِ الْغَائِصَةِ الْإَيُونِيَّةِ. لِذَا فَإِنَّهَا تَتَكَدَّسُ أَمَامَهَا وَتَشْنِي حَوْلَهَا وَعَلَى جَانِبِ الْمُذْنَبِ الْآخَرِ، الَّذِي يَدِيرُ ظَهْرَهُ لِلشَّمْسِ، فَيَتَكُونُ ذَيْلُ أَيْونِي.



(1) الرَّأْسُ : يَشْتَمِلُ رَأْسُ الْمُذَنْبِ عَلَى ثَلَاثَةِ أَقْسَامٍ

هِيَ :

أ. النَّوَّةُ : وَتَتَأَلَّفُ مِنْ كُرَّةٍ غَيْرِ مُنْتَظِمَةٍ، ذَاتِ (قِشْرَةٍ صُلْبَةٍ) تَكْثُرُ فِيهَا الْحُفَرُ الصَّغِيرَةُ وَالشُّقُوقُ، وَذَاتِ (بَاطِنٍ هَشٍّ) ذِي بُنْيَةٍ إِسْفَنْجِيَّةٍ، إِذْ تَكْثُرُ فِيهِ الدَّهَالِيزُ وَالْمَمَرَاتُ الْأَنْبُوبِيَّةُ وَالْفَرَاعَاتُ، وَكُلُّهَا مُتَّصِلَةٌ مَعَ شُقُوقِ السَّطْحِ وَحُفَرِهِ.

ب. الْعَبَاءَةُ أَوْ (الْكُومَا) : وَهِيَ الْكُرَّةُ الْغَازِيَّةُ الَّتِي تُحِيطُ بِالنَّوَّةِ، وَتُرَى بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ كَالْكُوكَبِ الْمُتَالِقِ، أُنْتَاءَ مُرَاقَبَةِ الْمُذَنْبِ.

وَيَكُونُ سُمْكُهَا قَلِيلاً وَهِيَ عَلَى بُعْدِ (600) مِليُونِ كِيلُومِترٍ عَنِ الشَّمْسِ، وَلَكِنَّهُ لَا يَلْبِثُ أَنْ يَزْدَادَ مَعَ تَزَايُدِ اقْتِرَابِهَا مِنْهَا، حَتَّى يَتَجَاوَزَ (100.000) كم، وَقَدْ يَزِيدُ عَلَى ذَلِكَ . ثُمَّ لَا يَلْبِثُ أَنْ يَقِلَّ سُمْكُهَا بَعْضَ الشَّيْءِ عِنْدَمَا يَقْتَرِبُ الْمُذَنْبُ مِنَ الشَّمْسِ أَكْثَرَ، حَيْثُ لَا يَبْقَى بَيْنَهُ وَبَيْنَهَا أَكْثَرُ مِنْ (450) مِليُونِ كِيلُومِترٍ تَقْرِيباً، إِذْ يَنْدَفِعُ قِسْمٌ مِنْ غَارَاتِ وَغُبَارِ تِلْكَ الْعَبَاءَةِ نَحْوَ الْجِهَةِ الْمُعَاكِسَةِ لِجِهَةِ الشَّمْسِ بِفِعْلِ ضَغْطِ الرِّيحِ الشَّمْسِيِّ عَلَيْهَا.

ج. السَّحَابَةُ الْحَاجِبَةُ لِلنَّوَّةِ :

وَتَتَشَكَّلُ عِنْدَ اقْتِرَابِ الْمُذَنْبِ كَثِيراً مِنَ الشَّمْسِ، حَيْثُ لَا يَبْقَى بَيْنَهُ وَبَيْنَهَا إِلَّا مَسَافَةٌ (150 - 300) مِليُونِ كِيلُومِترٍ، حَيْثُ تَقُومُ حَرَارَةُ الشَّمْسِ عِنْدَهَا بِإِثَارَةِ الْغَارَاتِ الْمُنتَظِمَةِ مِنَ النَّوَّةِ، لِتَتَحَوَّلَ إِلَى سَحَابَةٍ كَثِيفَةٍ تُحِيطُ بِالنَّوَّةِ وَتَحُولُ دُونَ رُؤْيَيْهَا بِالْمَرَاقِبِ، كَمَا تَحْمِيهَا مِنْ حَرَارَةِ الشَّمْسِ، حَيْثُ تَظَلُّ حَرَارَةُ بَاطِنِهَا فِي حُدُودِ (150-) دَرَجَةِ مِئْوِيَّةٍ، وَيَزْدَادُ سُمْكُ هَذِهِ السَّحَابَةِ مَعَ ارْتِدَادِ اقْتِرَابِ الْمُذَنْبِ مِنَ الشَّمْسِ.

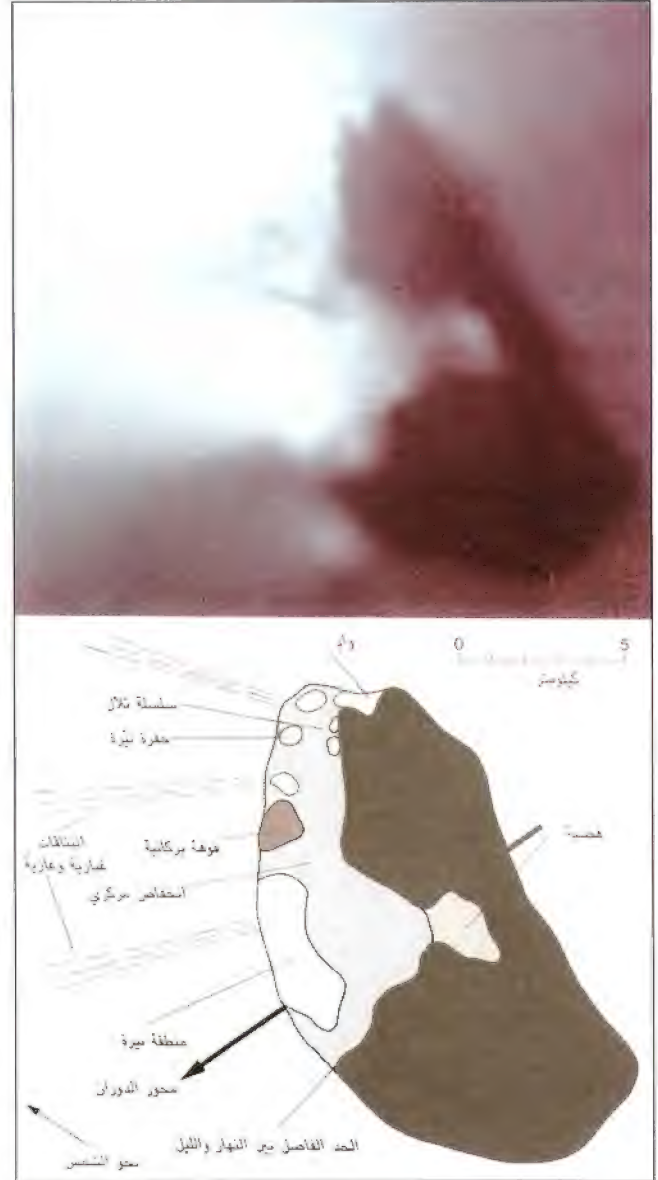
(2) الذَّنْبُ أَوْ الذَّيْلُ :

رَأَيْنَا كَيْفَ أَنَّهُ مَعَ اقْتِرَابِ الْمُذَنْبِ مِنَ الشَّمْسِ، تَبْدَأُ الرِّيحُ الشَّمْسِيَّةُ بِالضَّغْطِ عَلَى الْعَبَاءَةِ الْغَازِيَّةِ، فَيَنْدَفِعُ مِنْهَا

أَقْسَامُ الْمُذَنْبَاتِ وَبُنْيَتُهَا

تَتَأَلَّفُ الْمُذَنْبَاتُ مِنْ قِسْمَيْنِ أَاسَاسِيَيْنِ هُمَا : الرَّأْسُ

وَالذَّنْبُ.

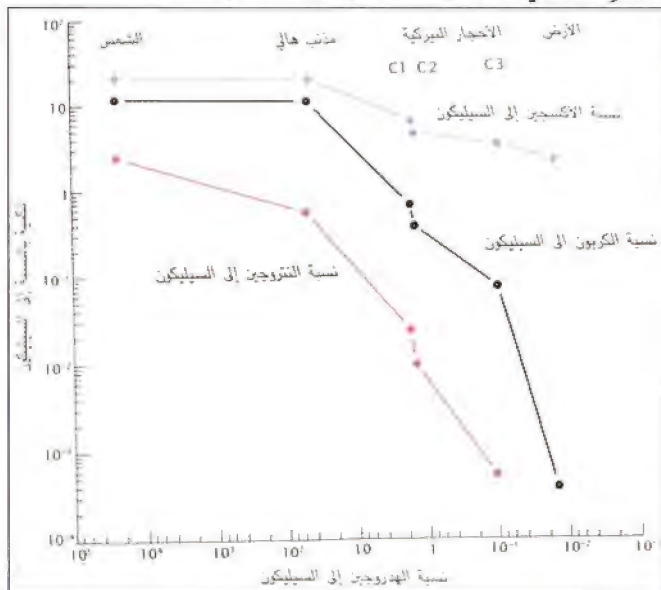


تَمَّ تَصْوِيرُ نَوَاةِ مُذَنْبِ هَالِي بِوَسَاطَةِ (آلَةِ تَصْوِيرِ هَالِي مُتَعَدِّدَةِ الْأَلْوَانِ) Halley Multicolor Camera المَخْمُولَةِ عَلَى مَتْنِ (جِيُونُو). وَالصُّورَةُ الْعُلُويَّةُ مُرَكَّبَةٌ مِنْ سِتِّ صُورٍ، وَقَدْ كُوِّنَتْ بِطَرِيقَةٍ صَنَعِيَّةٍ، أَمَّا الْخَرِيطَةُ السَّفَلِيَّةُ فَتُشِيرُ إِلَى مَظَاهِرٍ تَتَعَلَّقُ بِالنَّوَّةِ.



تَرْكِيبُ الْمُذَنَّبَاتِ

لَقَدْ وَصَفَ عُلَمَاءُ الْفَلَكَ الْجُزْمَ الَّذِي يَقْدُ مِنْ حَافَةِ  
النِّظَامِ الشَّمْسِيِّ، لِيَتَحَوَّلَ فِيمَا بَعْدُ إِلَى مُذْتَبٍ، بِاسْمِ (كُرَّةِ  
النَّالِجِ الْوَسْخَةِ)، وَذَلِكَ لِأَنَّ تَحْلِيلَ الْأَشْعَةِ الصَّادِرَةِ عَنْهَا إِلَى  
أَطْيَافٍ، يَبَيِّنُ أَنَّهَا تَتَأَلَّفُ مِنْ حُبَبَاتٍ وَدَقَائِقَ مِنَ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ  
الْمُخْتَوِي عَلَى جُزْئَاتٍ مِنَ (السَّيْلِيكُونِ، وَالْمَغْنِيزِيُومِ،  
وَالْأَلُمْنِيُومِ، وَالْإِيرِيدِيُومِ، وَالْحَدِيدِ، وَالْفَحْمِ وَبَعْضِ أَكَاسِيدِهِ  
وَكِبَرِيَّاتِهِ). كَمَا يَضُمُّ فِي طَيَّانِهِ عِدَدًا مِنَ الْغَارَاتِ الْمُتَجَمِّدَةِ،  
وَعَلَى رَأْسِهَا (ثَانِي غَازِ الْفَحْمِ، وَالْأَمُونِيَاكِ، وَالْهَيْدُرُوجِينِ،  
وَالْمِيتَانِ، وَالْأَزُوتِ، وَالسَّيَّانُوجِينِ). بِالإِضَافَةِ إِلَى بُخَارِ  
الْمَاءِ الْمُتَجَمِّدِ عَلَى شَكْلِ بِلُورَاتٍ جَلِيدِيَّةٍ تُغْلَفُ جُزْئَاتِ  
الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ وَذَرَاتِ الْغَارَاتِ الْمُتَجَمِّدَةِ.



تَقَارَنُ فِي هَذَا الشَّكْلِ الكَمِيَّاتُ النَّسَبِيَّةُ لِلْعُنْصُرِ الرَّئِيسَةِ فِي المَادَّةِ الَّتِي يَصْدُرُهَا  
مُذْتَبِّ هَالِي مَعَ كَمِيَّاتِهَا فِي أَجْسَامٍ أُخْرَى. وَقَدْ افْتَرَضْتُ أَنَّ نِسْبَةَ الْغُبَارِ إِلَى  
الْغَازِ فِي الْمُذْتَبِّ نَفْسُهُ تُسَاوِي 2 إِلَى 1. إِنَّ الكَمِيَّاتِ النَّسَبِيَّةِ لِلْعُنْصُرِ فِي  
الْمُذْتَبِّ قَرِيبَةٌ مِنْ تِلْكَ الْمَوْجُودَةِ فِي الشَّمْسِ، حَيْثُ إِنَّ الكَمِيَّاتِ النَّسَبِيَّةِ  
الْمَوْجُودَةِ فِي الْأَرْضِ فِي ثَلَاثَةِ أَنْوَاعٍ مِنَ الْأَحْجَارِ النَّزِيكَةِ الْمَعْرُوفَةِ بِاسْمِ  
(الْكُونْدْرِيتَاتِ الْكَرْبُونِيَّةِ) لَيْسَتْ كَذَلِكَ. وَتُوَيِّدُ هَذِهِ النَّتِيجَةُ الْفُرْصَةَ الْقَائِلَةَ  
بِأَنَّ الْمُذْتَبَّاتِ مُؤَلَّفَةٌ مِنْ مَادَّةٍ بِدَائِيَّةٍ جَدًّا تُسْتَفِيدُ فَقَطْ فِي الْعُنْصُرِ الْمُتَطَايِرَةِ:  
الْهَيْدْرُوجِينِ وَالنِّتْرُوجِينِ.



فِي الْبِدَايَةِ ذَنْبٌ مُؤَلَّفٌ مِنْ مَزِيجٍ مِنْ ذَرَاتِ الْغُبَارِ الْكُونِيِّ  
وَالْغَازَاتِ، مَعَ غَلَبَةِ الْغُبَارِ عَلَى تَرْكِيبِهِ. حَتَّى إِذَا لَمْ يَتَقَ بَيْنَ  
الْمُذَنْبِ وَالشَّمْسِ إِلَّا مَسَافَةٌ (150) مَلْيُونِ كِيلُومِترٍ تَقْرِيبًا،  
انْدَفَعَ مِنَ الْعَبَاءَةِ ذَنْبٌ آخَرُ مِنَ الْغَازَاتِ الْمُثَارَةِ بِفِعْلِ حَرَارَةِ  
الشَّمْسِ، وَالْمُؤَلَّفَةِ مِنْ شَوَارِدِ كَهْرَبَايَةِ.  
وَيَتَّصِفُ الذَّنْبُ (الْغُبَارِيُّ الْغَازِيُّ) بِأَنَّهُ طَوِيلٌ وَمُنَحْنٍ،  
وَيَكُونُ الْإِشْعَاعُ الْمُنبَعِثُ مِنْهُ مَائِلًا إِلَى الْحُمْرَةِ.  
أَمَّا الذَّنْبُ الْمُؤَلَّفُ مِنَ الْغَازَاتِ الْمُثَارَةِ. فَيَكُونُ قَصِيرًا  
نِسْبًا، وَمُسْتَقِيمًا، كَمَا تَكُونُ الْأَشْعَةُ الْمُنبَعِثَةُ مِنْهُ بَيَضَاءً مَائِلَةً  
إِلَى الزُّرْقَةِ. وَلَا يُشْتَرَطُ وُجُودُ ذَيْلَيْنِ فِي جَمِيعِ الْمُذَنْبَاتِ،  
فَقَدْ دَلَّ الرَّصْدُ عَلَى أَنَّ كَثِيرًا مِنْهَا لَيْسَ لَهُ إِلَّا ذَنْبٌ وَاحِدٌ.  
وَيَتَرَاوَحُ طُولُ ذَيْلِ الْمُذَنْبِ بَيْنَ عَشْرَاتِ مَلَايِينَ الْكِيلُومِترَاتِ،  
وَبَيْنَ مِائَاتِ مَلَايِينَ الْكِيلُومِترَاتِ.



### كثافة المذنبات

بما أن المذنب مركب من دقائق غازية وغبارية تلتفها طبقة من بخار الماء المتجمد، وبسبب الفراغات التي تشغل حيزاً كبيراً من رأسه، فإن كثافته تكون قليلة لدرجة كبيرة، إذ لا تزيد على (0.05) من كثافة الماء، وهذا يعني أنه لو كتب للمذنب أن يبلغ سطح الماء بهدوء، لطفأ على سطحه كما تطفو الفقاعات عليه.



هذه اللقطة أخذت من مرصد أوربا الجنوبي (ESO) في تشيلي في 27 شباط / 1986م، فيما كان المذنب يقترب من الأرض. الذيل يمتد على مسافة (50) مليون كم. تدرج الألوان من الأبيض إلى الأحمر يبرز تنامي كثافة الشوارد الموجبة.

### كتلة المذنبات

عندما تبلغ المذنبات أثناء دورانها حول الشمس نقطة الحضيض، أي أقرب نقطة إلى الشمس، يصل طول بعضها، بما في ذلك الرأس والعباءة والذيل، إلى قطر الشمس. إلا أن وجود الفراغات التي تشغل (95 %) من رأس المذنب، وتخلخل وخفّة غازات وغبار العباءة والذيل يجعل كتلة المذنب لا تزيد على جزء من مليار جزء من كتلة الشمس، علماً بأن كتلة بعض المذنبات تقل عن ذلك أيضاً. ولا أدل على ضآلة كتل المذنبات من حادثة مرور مذنب (بروكس - 2) على مسافة (75) ألف كيلومتر من كوكب (المشتري)، حيث لم يؤثر قربُه ذاك على حركة أي تابع من توابع ذلك الكوكب.

وللتأكد من مركبات المذنب، التي استطاع العلماء التعرف إليها عن طريق تحليل الطيف الشعاعي الصادر عنه، قام العالم الفلكي (فرد وايل) عام 1950م، بصنع كرة صمّمها دقائق وحبيبات من التراب الذي مزجه بحزّينات من جميع المواد التي أشرنا إليها، كما أضاف إليها الماء، وقام بتجميد تلك الكرة، ثم أوصلها بصاروخ إلى طبقات الجو العليا، وجعلها تندفع بسرعة كبيرة نحو الشمس؛ وما أن قطعت الكرة شوطاً في اندفاعها، حتى بدأت العناصر المتجمدة فيها بالتحوّل إلى غاز متسام بفعل تأثير حرارة الشمس، ثم لم تلبث أن تشكلت من ذلك الغاز (عباءة) غازية أحاطت بالكرة. وأخذ يمتد منها (ذيل) طويل كان يتبع تلك العباءة.

وعندما رصد (فرد) الأشعة الصادرة عن هذا المذنب الاصطناعي، وقام بتحليلها إلى أطياف، وجدها تشبه تماماً الأطياف الصادرة عن أشعة المذنبات، مما أكد صحة النتائج التي توصل إليها العلماء حول تركيب المذنبات، ووصفهم لها. وقد دعي النموذج الذي صنعه هذا العالم للمذنب باسم (الكونغلوميرا الجليدية للنواة المذنبية).

وفي عام 1985م، جاء الدليل القاطع على صحة ما كان قد تمّ التوصل إليه حول تركيب المذنبات، وذلك حين قامت (الولايات المتحدة) بتوجيه القمر الصناعي نحو المذنب (جياكوبيني - زينر) الذي اقترب من الأرض في شهر أيلول من ذلك العام، والذي لم يتمكن الناس من رؤيته لصغر حجمه، ولضآلة النور الذي كان يعكسه. وقد مرّ القمر الصناعي بذيّل المذنب، كما توغل في عباءته، واقترب من نواته حتى مسافة (8000) كم. وكان، طيلة ذلك، يقوم بتحليل مركبات أجزاء المذنب التي مرّ بها، كما استطاع، وهو على ذلك البعد من النواة، أن يتعرف إلى تركيبها. وقد جاءت نتيجة ذلك مطابقة لما تمّ التوصل إليه سابقاً حول تركيب المذنبات.



وَقَدْ تَمَّ التَّأَكُّدُ مِنْ تِلْكَ الْكَهْرَبَائِيَّةِ فِي شَهْرِ أَيْلُولِ مِنْ  
عَامِ 1985م، حِينَ تَغْلَغَلَ الْقَمَرُ الصَّنَاعِيُّ (ASEA3) إِلَى  
ذَيْلِ الْمُدَنْبِ (جياكوبيني - زينر) وَقَامَ بِإِزْسَالِ شَارَاتٍ إِلَى  
مَرْكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيِّ فِي مَقَرِّ وَكَالَةِ الْفَضَاءِ الْأَمْرِيكِيَّةِ فِي  
الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، تَبَيَّنَ مِنْهَا أَنَّ ذَرَّاتِ ذَيْلِ ذَلِكَ الْمُدَنْبِ  
كَانَتْ مَشْحُونَةً بِالْكَهْرَبَاءِ.

### أَشِعَّةُ الْمُدَنْبَاتِ

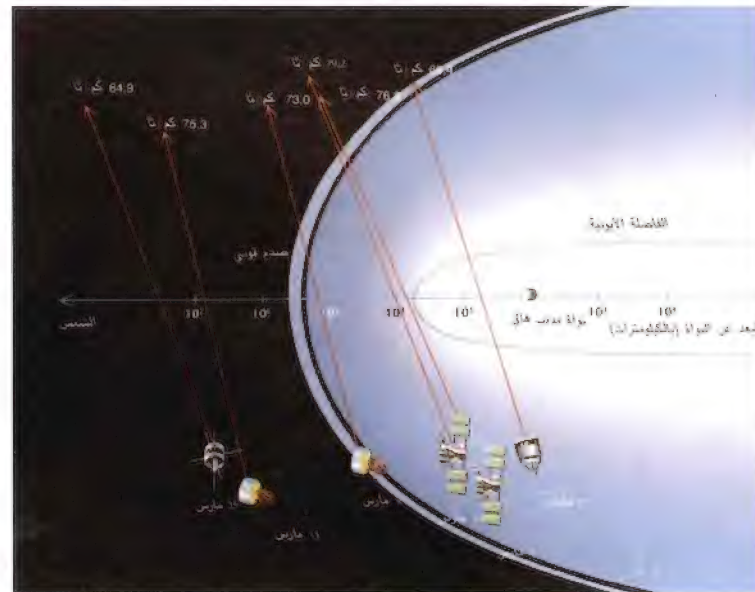
تَخْتَلِفُ طَبِيعَةُ الْأَشِعَّةِ الصَّادِرَةِ عَنِ الْمُدَنْبَاتِ عَنْ طَبِيعَةِ  
الْأَشِعَّةِ الْأُخْرَى الَّتِي تَصُدُّ عَنْ كَوَاكِبِ الْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ  
وَنَوَابِعِهَا الَّتِي تَعَكِّسُ أَشِعَّةَ الشَّمْسِ الَّتِي تَتَلَقَّاهَا.

فَالْمُدَنْبَاتُ، بِالإِضَافَةِ إِلَى عَكْسِهَا لِأَشِعَّةِ الشَّمْسِ،  
تَبْعَثُ بِوَبِضٍ مِنَ النُّورِ صَادِرٍ عَنِ الذَّرَّاتِ الْمُتَابِعَةِ الْمُشَكَّلَةِ  
لِلْهَالَةِ وَلِلذَنْبِ فِي تِلْكَ الْمُدَنْبَاتِ، وَذَلِكَ حِينَ تَبْلُغُهَا الرِّيحُ  
الشَّمْسِيَّةُ، لِأَنَّ تِلْكَ الذَّرَّاتِ تَسْبُحُ فِي جَوْ مُخْلَخِلٍ لِدَرَجَةٍ  
كَبِيرَةٍ، فَمَا أَنْ تَمَسَّهَا تِلْكَ الرِّيحُ، حَتَّى تَفْعَلَ فِيهَا مَا يَفْعَلُهُ  
النِّيَّارُ الْكَهْرَبَائِيُّ الَّذِي يَسْرِي فِي مَصَابِيحِ (النِّيون) حَيْثُ  
تُومَضُ بِنُورٍ مُتَالِقٍ، وَهَذَا هُوَ سِرُّ لَمَعَانِ الْمُدَنْبَاتِ بِهَذَا الْقَدْرِ  
الَّذِي تُشَاهَدُ عَلَيْهِ، رَغْمَ رِقَّةِ مُرَكَّبَاتِهَا وَتَخْلُجْلِهَا، وَبُعْدِ  
الْمَسَافَةِ الَّتِي تَفْصِلُ بَيْنَهَا وَبَيْنَ مُشَاهِدِهَا مِنْ سُكَّانِ الْأَرْضِ،  
تِلْكَ الْمَسَافَةِ الَّتِي تَبْلُغُ أحياناً (90) مِلْيُونِ كِيلُومِتْرٍ، وَقَدْ  
تَزِيدُ عَلَى ذَلِكَ كَثِيراً أَوْ تَقِلُّ كَثِيراً. وَقَدْ قُدِّرَتْ دَرَجَةُ لَمَعَانِ  
هَذَا الْمُدَنْبِ بـ (3) أَجْزَاءٍ مِنْ (100) مِلْيُونِ جُزْءٍ مِنْ لَمَعَانِ  
الْقَمَرِ وَهُوَ بَدْرٌ، عِلْماً بِأَنَّ دَرَجَةَ لَمَعَانِ الْقَمَرِ وَهُوَ بَدْرٌ تَقِلُّ  
عَنْ دَرَجَةِ لَمَعَانِ الشَّمْسِ بِمِقْدَارِ (400) أَلْفَ مَرَّةٍ.

وَلَوْ أَنَّ الْجُرْمَ الْمُقْتَرَبَ كَانَ أَكْبَرَ كُتْلَةً مِنْ كُتْلَةِ ذَلِكَ  
الْمُدَنْبِ لَأَثَّرَ فِي حَرَكَةِ تِلْكَ التَّوَابِعِ بِفِعْلِ الْجَاذِبِيَّةِ الَّتِي تَزْدَادُ  
مَعَ ازْدِيَادِ كُتْلَةِ الْأَجْرَامِ، وَلَا ضَرْبَ بَعْضُهَا فِي مَسَارِهِ،  
وَلَخَرَجَ بَعْضُهَا الْآخَرُ عَنْ مَدَارِهِ.

### كَهْرَبَائِيَّةُ الْمُدَنْبَاتِ

لَقَدْ دَلَّتِ الْإِخْتِبَارَاتُ الَّتِي أُجْرِيتْ عَلَى ذَيْلِ الْمُدَنْبَاتِ،  
عَلَى وُجُودِ كَهْرَبَاءٍ فِيهَا وَتَأْيِينَ فِي ذَرَاتِهَا، وَذَلِكَ بِسَبَبِ الْإِثَارَةِ  
الَّتِي تُحْدِثُهَا فِيهَا الرِّيحُ الشَّمْسِيَّةُ وَمَا يُرَافِقُهَا مِنْ حَرَارَةٍ، وَمِنْ  
تَحَوُّلٍ فِي طَبِيعَةِ مَادَّةِ الْمُدَنْبِ، مِنْ مَادَّةٍ مُتَجَمِّدَةٍ صُلْبَةٍ إِلَى  
مَادَّةٍ غَازِيَةٍ مُتَسَامِيَةٍ.



قَامَتْ سِتَّةُ سَوَابِرَ فُضَائِيَّةٍ بِالتَّحْلِيلِ عَلَى ارْتِفَاعَاتٍ مُنْخَفِضَةٍ فَوْقَ مُدَنْبِ هَالِي  
فِي شَهْرِ آدَارٍ مِنْ عَامِ 1986م. وَقَدْ اجْتَنَزَتْ أَرْبَعَةً مِنْهَا - السَّابِرَانِ الرُّوسِيَّانِ  
(فيغا-1) و(فيغا-2) والسَّابِرِ الْيَابَانِيِّ (سوزي) والسَّابِرِ الْأُورُوبِيِّ (جيوتو) -  
الْجَانِبَ الْمُضَاءِ مِنَ النَّوَاةِ مُقْتَرِبَةً مِنْهَا مَسَافَاتٍ تَتْرَاحُ بَيْنَ (600 - 150000  
كَم). وَقَدْ تَقَطَّطَتْ هَذِهِ السَّوَابِرُ أَوَّلَ صُورَةٍ لِلنَّوَاةِ الْمُدَنْبِيَّةِ، وَجَرَى تَقْصِي  
الْغَازِ وَالْغُبَارِ الْمُتَبَعَيْنِ، كَمَا دُرِسَتْ التَّفَاعُلَاتُ بَيْنَ الْمُدَنْبِ وَالرِّيحِ الشَّمْسِيَّةِ.  
وَكَانَ (جيوتو) الَّذِي جَهَّزَ بِدُرْعٍ وَاقٍ مِنَ الْغُبَارِ، السَّابِرِ الْوَحِيدِ الَّذِي اخْتَرَقَ  
(الْفَاصِلَةَ الْأَيُونِيَّةَ) Ionopause الَّتِي تَحُدُّ مَنَظِقَةَ الْغَازِ الْمُدَنْبِيِّ الصَّرْفِ  
الْمُحِيطَةِ بِالنَّوَاةِ.



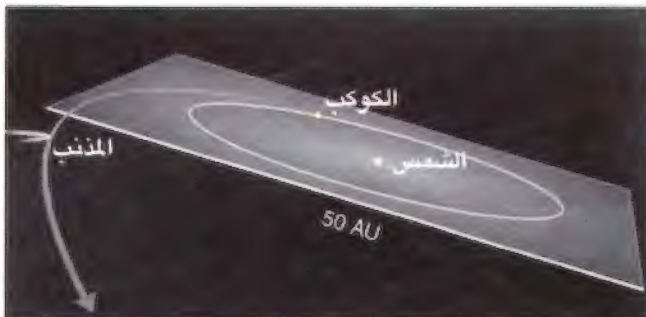


### حَرَكَاتُ الْمُدَنَّبَاتِ

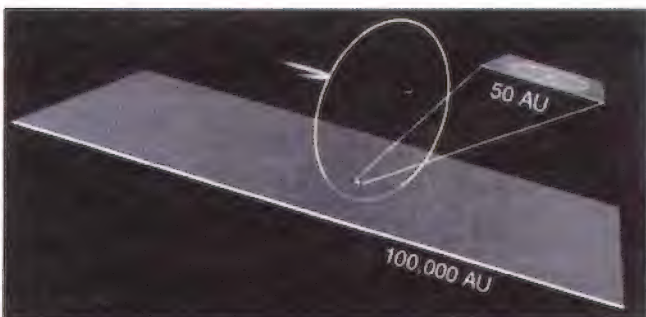
تَقُومُ الْمُدَنَّبَاتُ بِحَرَكَتَيْنِ مَعًا هُمَا :

(1) الدَّوْرَةُ الْإِنْتِقَالِيَّةُ الَّتِي تُتِمُّهَا حَوْلَ

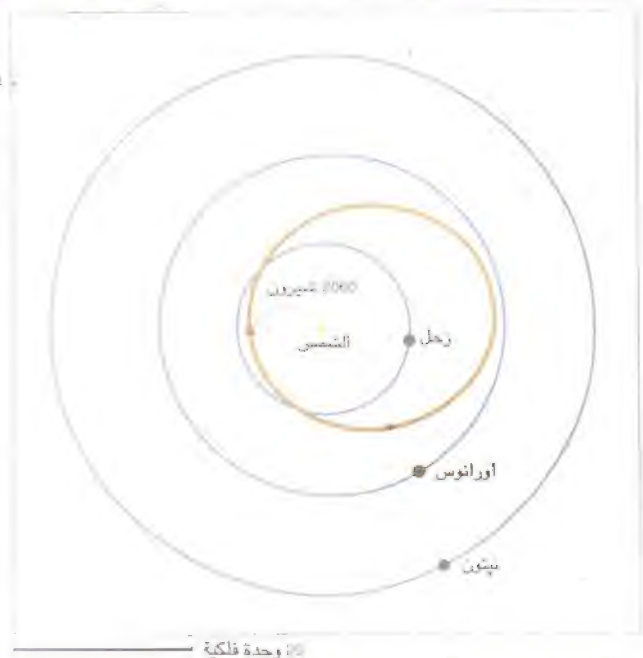
الشَّمْسِ عَلَى مَدَارِهَا الْإِهْلِيلِيَّةِ، وَالَّتِي تَخْتَلِفُ مُدَّتُهَا بَيْنَ مُدَنَّبٍ وَآخَرَ، حَسَبَ بُعْدِ مَدَارِ كُلِّ مِنْهَا عَنِ الشَّمْسِ، وَالَّتِي تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (3.3) سَنَوَاتٍ، كَمَا هُوَ الْحَالُ بِالنَّسْبَةِ لِمُدَنَّبِ (إِنْكِي)، وَ(76.03) سَنَةً، كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي مُدَنَّبِ (هَالِي).



يَبْدَأُ تَارِيخُ مُدَنَّبٍ طَوِيلِ الدَّوْرِ بِتَكُونِهِ قُرْبَ الْكَوَاكِبِ ثُمَّ قَذْفُهَا لَهُ فِي مَدَارٍ وَاسِعٍ.



هُنَاكَ يَكُونُ الْمُدَنَّبُ عُزْصَةً لِلْقُوَى التَّجَاوُفِيَّةِ لِتُجُومٍ عَابِرَةٍ عَشْوَائِيًّا وَالشَّحْبِ الْجُزْيِيَّةِ الْمُتَمَلِّقَةِ إِضَافَةً إِلَى قُوَى الْمَدِّ النَّاشِئَةِ عَنِ الْقُرْصِ الْمَجْرِيِّ وَاللَّبِّ. تَعْمَلُ هَذِهِ الْقُوَى عَلَى إِمَالَةِ مُسْتَوَى مَدَارِ الْمُدَنَّبِ عَشْوَائِيًّا وَجَذْبِهِ تَدْرِيجِيًّا نَحْوَ الْخَارِجِ.



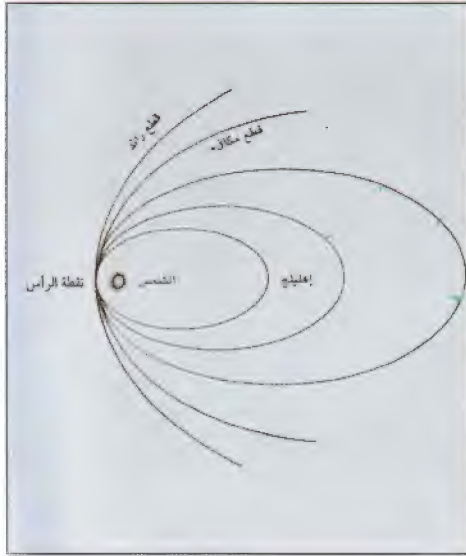
وحدة فلكية

من المُحْتَمَلِ أَنْ يَكُونَ الْمُدَنَّبُ (2060 شبيرون) قَدْ غَادَرَ حِزَامَ (كُوبَر) إِلَى مَدَارِهِ الْحَالِي عِزَّ الْكَوَاكِبِ (فِي الْبَسَارِ) وَمَعَ أَنَّ ضَوْءَهُ ضَعِيفٌ جَدًّا، فَإِنَّ الْوَهْجَ الشَّدِيدَ الَّذِي يَلْفُ الْمُدَنَّبُ (2060 شبيرون) (فِي الْأَعْلَى) يَجْعَلُ مِنْ هَذَا الْجِسْمِ فَرْدًا سَمَاوِيًّا مِنْ عَائِلَةِ أَجْسَامٍ نَشِيطَةٍ وَأُخْرَى مِثْلَ مُدَنَّبِ (بَلْتِيه) فِي الْأَعْلَى.

### مَغْنَاطِيسِيَّةُ الْمُدَنَّبَاتِ

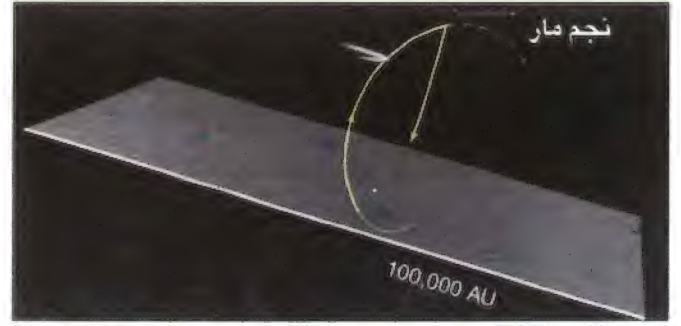
يَكَادُ يَكُونُ الْمَجَالُ الْمَغْنَاطِيسِي فِي الْمُدَنَّبَاتِ مُنْعَدِمًا، وَذَلِكَ رَاجِعٌ إِلَى ضَالَّةِ حَجْمِ النَّوَاةِ فِيهِ، وَإِلَى خُلُوقِهَا مِنْ طَبَقَةٍ مَعْدِنِيَّةٍ ذَائِبَةٍ، وَإِلَى ضَعْفِ دَوْرَانِ الْمُدَنَّبِ حَوْلَ نَفْسِهِ.



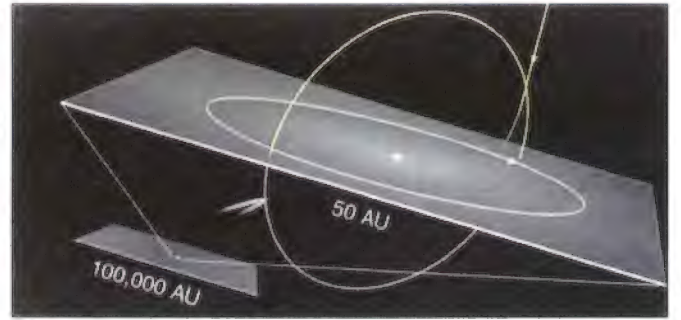


حَرَارَةِ الشَّمْسِ، إِلَى  
غَازٍ وَعُبَارٍ يَنْدَفِعَانِ مِنَ  
الشُّقُوقِ وَالْفَتْحَاتِ الْقَائِمَةِ  
فِي القِشْرَةِ الصُّلْبَةِ الْمُغْلَقَةِ  
لِلرَّأْسِ، اَنْدِفَاعِ النَّافُورَةِ

لا يُمكنُ في الغالب تَمييز  
مَدَارَاتِ أنواعِ المُنْدَبَاتِ  
المُتَعَدِّدَةِ عِنْدَ نُقْطَةِ الرَّأْسِ.



فِيمَا وَرَاءَ بُعْدٍ يُقَارِبُ (20000) وَحْدَةَ فَلَكَيَّةٍ - أَي 20000 مَرَّةً  
بُعْدَ الْأَرْضِ عَنِ الشَّمْسِ - تَعْدُو التَّأثيرَاتِ الْخَارِجِيَّةِ الْمُخْتَلِفَةِ  
قَادِرَةٌ عَلَى قَذْفِ المُنْدَبِ بِاتِّجَاهِ الكَوَاكِبِ ثَانِيَةً.

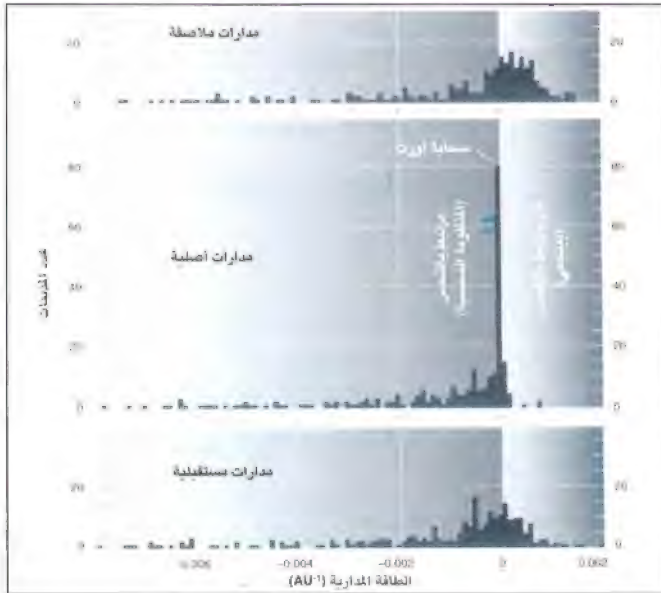


بِمُجَرَّدِ دُخُولِ المُنْدَبِ الْمُنَظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ الدَّاخِلِيَّةِ ثَانِيَةً، قَدْ  
تَجَذَّبَهُ الكَوَاكِبُ إِلَى مَدَارٍ جَدِيدٍ، بِحَيْثُ يُعَاوَدُ الظُّهُورُ بَعْدَ  
ذَلِكَ عَلَى فُتُورَاتٍ مُنْتَظِمَةٍ.

القُوَّةِ، الْأَمْرُ الَّذِي يُسَبِّبُ رَدَّ فِعْلٍ عَنِ فِي حَرَكََةِ المُنْدَبِ،  
تُؤَدِّي إِلَى تَرْتِجِهِ وَتَعَثُّرِهِ وَتَذَبُّبِ سَبِيلِهِ عَلَى مَدَارِهِ.

### دَوَرَاتِ المُنْدَبَاتِ

تَتَرَاوَحُ مُدَّةُ دَوْرَةِ المُنْدَبَاتِ حَوْلَ الشَّمْسِ بَيْنَ عِدَّةِ  
سِنِينَ، وَبَيْنَ عَشْرَاتِ السِّنِينَ، حَسَبَ طُولِ مَدَارِهَا.



إِنَّ الطَّاقَةَ المَدَارِيَّةَ لِلْمُنْدَبَاتِ الطَّوِيلَةِ الدَّوَرِ المَعْرُوفَةِ تَظْهَرُ (سَحَابَةُ أَوْرْت)،  
كَمَا هُوَ وَاضِحٌ فِي هَذِهِ المَخْطُوطَاتِ التَّيَانِيَّةِ الدَّرَجِيَّةِ. بِحَسَبِ الْفَلَكيُونِ أَوَّلًا  
المَدَارَاتِ المِلَاصِقَةِ لِلْمُنْدَبَاتِ، أَيِ المَدَارَاتِ الَّتِي كَانَتْ سَتَتَّخِذُهَا المُنْدَبَاتِ،  
وَكَانَتْ حَرَكَتُهَا نَاشِئَةً - كَلِيًّا - عَنِ ثِقَالَةِ الشَّمْسِ، عَلِمًا بِأَنَّ لِفَلَكَ هَذِهِ المَدَارَاتِ  
طَاقَةً مُوجِبَةً، الْأَمْرُ الَّذِي يَجْعَلُهَا تَبْدُو بَيْنَجْمِيَّةً. وَلَكِنْ عِنْدَ تَصْحِيحِهَا، بِأَخْذِ  
تَأثيرِ الكَوَاكِبِ فِي الِاعْتِبَارِ، وَاسْتِقْرَائِهَا تَرَاجُعِيًّا عِبْرَ الزَّمَنِ، وَجَدَ أَنَّ الطَّاقَةَ سَالِبَةً  
بِقَدَرٍ قَلِيلٍ، مِمَّا يَدُلُّ عَلَى أَنَّ المُنْدَبَاتِ قَدِمَتْ مِنْ حَافَةِ الْمُنَظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ.

(2) دَوْرَةُ مِخَوْرِيَّةٍ يَقُومُ بِهَا المُنْدَبُ حَوْلَ نَفْسِهِ، وَيُقَدَّرُ  
وَسَطِي هَذِهِ الدَّوْرَةِ بِالنَّسْبَةِ لِأَكْثَرِ المُنْدَبَاتِ بِ (12) سَاعَةً،  
أَي أَنَّهَا تُتِمُّ دَوْرَتَيْنِ مِخَوْرِيَّتَيْنِ كُلَّ يَوْمٍ.  
وَيُقَدَّرُ أَنَّ نِصْفَ المُنْدَبَاتِ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَ الشَّمْسِ تَكُونُ  
دَوْرَتُهَا بِعَكْسِ عَقَارِبِ السَّاعَةِ، بَيْنَمَا تَكُونُ دَوْرَةُ النِّصْفِ  
الْآخِرِ مِنْ تِلْكَ المُنْدَبَاتِ مَعَ اتِّجَاهِ دَوْرَةِ عَقَارِبِ السَّاعَةِ،  
وَمِنْهَا مُنْدَبٌ (هَالِي). وَيُدْعَى مِثْلُ هَذَا الدَّوْرَانِ (الدَّوْرَانِ  
الْعَكْسِيِّ) أَوْ (التَّرَاجُعِيِّ) أَوْ (التَّقَهْقُرِيِّ).

### اضْطِرَابُ المُنْدَبَاتِ عَلَى مَدَارِهَا

مِنْ الْأُمُورِ الَّتِي تَمَّ الْكَشْفُ عَنْهَا اضْطِرَابُ المُنْدَبَاتِ أَثْنَاءَ  
اقْتِرَابِهَا مِنَ الشَّمْسِ عَلَى مَدَارِهَا. وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ ذَلِكَ الْاضْطِرَابَ  
رَاجِعٌ إِلَى تَحَوُّلِ الْمَادَّةِ الْهَشَّةِ الْمُرَكَّبَةِ لِباطِنِ الرَّأْسِ، بِفِعْلِ



- وَمِنْ أَلْهُمُّ الْمُدَنَّبَاتِ ذَاتِ الْمَدَارِ الطَّوِيلِ :
1. مُدَنَّبُ (هالي) : الَّذِي تَسْتَعْرِقُ دَوْرَتُهُ حَوْلَ الشَّمْسِ مُدَّةَ (76) سَنَةً وَ(11) يَوْمًا.
  2. مُدَنَّبُ (بونس - بروكس) : وَتَسْتَعْرِقُ دَوْرَتُهُ حَوْلَ الشَّمْسِ مُدَّةَ (70) سَنَةً وَ(321) يَوْمًا.
  3. مُدَنَّبُ (وستفال) : وَتَسْتَعْرِقُ دَوْرَتُهُ حَوْلَ الشَّمْسِ (61) سَنَةً وَ(266) يَوْمًا.
  1. مُدَنَّبُ (إنكي) : وَمُدَّةَ دَوْرَانِهِ حَوْلَ الشَّمْسِ (3) سَنَوَاتٍ وَ(109) أَيَّامًا.
  2. مُدَنَّبُ (جياكوبيني - زينر) : وَمُدَّةَ دَوْرَانِهِ حَوْلَ الشَّمْسِ تَبْلُغُ (6) سَنَوَاتٍ وَ(87) يَوْمًا.
  3. مُدَنَّبُ (تتل) : وَمُدَّةَ دَوْرَانِهِ حَوْلَ الشَّمْسِ (5) سَنَوَاتٍ وَ(179) يَوْمًا.
  4. مُدَنَّبُ (هوندا) : وَمُدَّةَ دَوْرَانِهِ حَوْلَ الشَّمْسِ (5) سَنَوَاتٍ وَ(80) يَوْمًا.

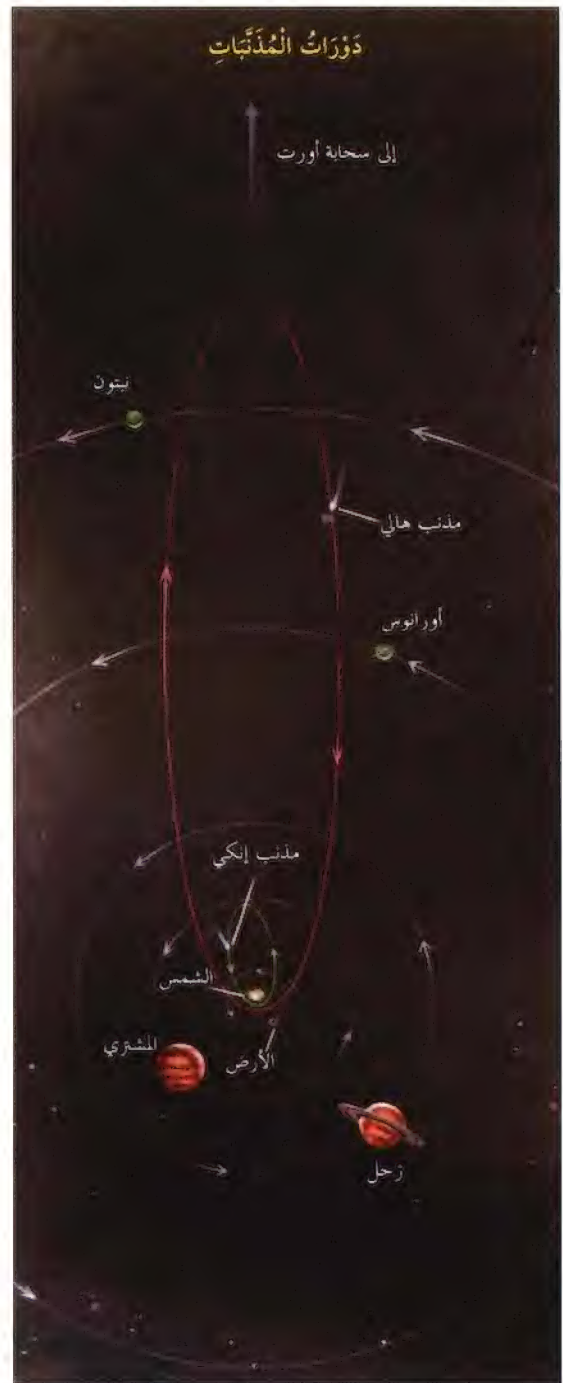
### اِكْتِشَافُ الْمُدَنَّبَاتِ

قَبْلَ اخْتِرَاعِ الْمِنْظَارِ الْفَلَكِيِّ (الْمِرْقَبِ)، لَمْ يَكْتَشَفِ الْإِنْسَانُ إِلَّا عَدَدًا ضَعِيفًا مِنَ الْمُدَنَّبَاتِ الَّتِي كَانَتْ تُرَى بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ، وَفِي طَلَبِهَا مُدَنَّبُ (هالي).

أَمَّا بَعْدَ اِكْتِشَافِ الْمِرْقَبِ وَاسْتِخْدَامِهِ فِي الرِّصْدِ، وَبَعْدَ التَّطْوِيرِ الْكَبِيرِ الَّذِي أُدْخِلَ عَلَيْهِ، بَلَغَ عَدَدُ الْمُدَنَّبَاتِ الْمُخَصَّصَةِ فِي السَّجَلَاتِ الْفَلَكِيَّةِ الْعِلْمِيَّةِ أَكْثَرَ مِنْ (1000) مُدَنَّبٍ، لَا نَرَى مِنْهَا بِالْعَيْنِ الْمُجَرَّدَةِ أَكْثَرَ مِنْ بَضْعِ مُدَنَّبَاتٍ، بَيْنَمَا يُمَكِّنُنَا أَنْ نَرَى بِالْمِنْظَارِ الْفَلَكِيِّ الصَّغِيرِ الَّذِي يُحْمَلُ بِالْيَدِ حَوَالِي (500) مُدَنَّبٍ مِنْهَا.

وَيَزِيدُ عَدَدُ الْمُدَنَّبَاتِ الَّتِي تُكْتَشَفُ عَامًا بَعْدَ عَامٍ، وَقَدْ قُدِّرَ أَنَّ مَا يُكْتَشَفُ مِنْهَا فِي كُلِّ عَامٍ حَوَالِي (5 - 9) مُدَنَّبَاتٍ جَدِيدَةٍ، تَقُومُ بِاِكْتِشَافِهَا الْمَرَاصِدُ بِوَسَاطَةِ الْمَرَاقِبِ الْكَبِيرَةِ الَّتِي تَمْلِكُهَا، كَمَا يُسَاعِدُ فِي عَمَلِيَّةِ اِكْتِشَافِهَا هَوَاةٌ يَمْتَلِكُونَ مَرَاقِبَ فَلَكَيَّةَ ذَاتِ مَجَالِ رُؤْيَةٍ وَاسِعَةٍ يَسْمَحُ لَهُمْ بِرُؤْيَةِ أَكْبَرِ رُقْعَةٍ مِنَ السَّمَاءِ عِنْدَ النَّظَرِ إِلَيْهَا مِنْ خِلَالِ عَدَسَاتِ تِلْكَ الْمَرَاقِبِ.

- وَمِنْ أَلْهُمُّ الْمُدَنَّبَاتِ ذَاتِ الْمَدَارِ الطَّوِيلِ :
1. مُدَنَّبُ (هالي) : الَّذِي تَسْتَعْرِقُ دَوْرَتُهُ حَوْلَ الشَّمْسِ مُدَّةَ (76) سَنَةً وَ(11) يَوْمًا.
  2. مُدَنَّبُ (بونس - بروكس) : وَتَسْتَعْرِقُ دَوْرَتُهُ حَوْلَ الشَّمْسِ مُدَّةَ (70) سَنَةً وَ(321) يَوْمًا.
  3. مُدَنَّبُ (وستفال) : وَتَسْتَعْرِقُ دَوْرَتُهُ حَوْلَ الشَّمْسِ (61) سَنَةً وَ(266) يَوْمًا.





يُخَلِّفَ وَرَاءَهُ جُزْءاً مِنَ الْغَازَاتِ الْمَتَمَدِّدَةِ الَّتِي كَانَتْ تُسَبِّبُ تَوَهُجاً فِي الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِهَا؛ وَقَدْ ظَلَّ هَذَا الْأَمْرُ يَتَكَرَّرُ عِدَّةَ لَيَالٍ، قَبْلَ أَنْ يَخْتَفِيَ هَذَا الْمَذَنَّبُ.

وَكَانَتْ تِلْكَ الظَّاهِرَةُ دَلَالَةً عَلَى نِهَائِيَةِ عُمُرِ هَذَا الْمَذَنَّبِ، إِذْ لَمْ يَعُدْ بَعْدَهَا إِلَى الظُّهُورِ فِي سَمَاءِ الْأَرْضِ، مِمَّا يَدُلُّ عَلَى أَنَّهُ قَدْ تَبَدَّدَ أَوْ انْفَجَرَ.

(2) مُذَنَّبُ (ارند - رولاند) : تَمَّ اكْتِشَافُهُ عَامَ 1957م، مِنْ قِبَلِ الْعَالَمَيْنِ الْفَلَاحِيَّيْنِ الْبُلْجِيكِيَّيْنِ (ارند) وَ(رولاند)، كَمَا قَدَّمْنَا، وَكَانَ مَظْهَرُهُ غَرِيباً، اَنْفَرَدَ بِهِ بَيْنَ جَمِيعِ الْمَذَنَّبَاتِ الَّتِي اكْتِشِفَتْ قَبْلَهُ، مِنْ ذَلِكَ : دَقَّةُ رَأْسِهِ، ثُمَّ بَدَايَةُ ذَيْلِهِ الَّتِي بَدَتْ عَلَى شَكْلِ خَطٍّ مِنَ النُّورِ مُتَّصِلٍ مَعَ وَسَطِ الذَّيْلِ وَنِهَائِيَةِ الْعَرِضَيْنِ.

وَلَمْ يَعُدْ هَذَا الْمَذَنَّبُ مِنْ يَوْمِهَا إِلَى يَوْمِنَا هَذَا إِلَى سَمَاءِ الْأَرْضِ، إِنَّمَا لَدَى عُلَمَاءِ الْفَلَاحِ قَنَاعَةٌ بِأَنَّهُ سَيَأْتِي يَوْمٌ يَعُودُ فِيهِ، لِأَنَّهُ لَا زَالَ فَيْتَأً وَقَوِيّاً.

(3) مُذَنَّبُ (برنهام) : اكْتِشِفَ فِي شَهْرِ نَيْسَانَ عَامَ 1960م، وَكَانَ ذَا شُعَاعٍ بَاهِتٍ، وَلَمْ يَرَّ بَعْدَهَا فِي سَمَاءِ الْأَرْضِ ثَانِيَةً.

(4) مُذَنَّبُ (سيكي - لين) : تَمَّ اكْتِشَافُهُ فِي شَهْرِ آيَّارَ عَامَ 1962م، وَكَانَ مَظْهَرُهُ غَرِيباً، بَدَأَ عَلَى شَكْلِ كُرَةٍ ضَخْمَةٍ مَثَلًا لَيْتَةٍ تَجُرُّ وَرَاءَهَا ذَيْلاً دَقِيقاً كَأَنَّهُ رَأْسُ السَّهْمِ، وَذَلِكَ لِأَنَّ الذَّيْلَ كَانَ آخِذاً فِي الْإِخْتِفَاءِ خَلْفَ الرَّأْسِ، وَلِأَنَّ حَافَتَهُ هِيَ الَّتِي كَانَتْ فِي مَوَاجَهَةِ النَّظَرِ إِلَيْهِ مِنَ الْأَرْضِ.

(5) مُذَنَّبُ (ايكيا - سيكي) : اكْتِشَفَهُ الْعَالِمَانِ الْفَلَاحِيَّانِ الْيَابَانِيَّانِ اللَّذَانِ سُمِّيَ بِاسْمِهِمَا، وَذَلِكَ فِي شَهْرِ آيَّارَ مِنْ عَامَ 1965م، وَقَدْ بَدَأَ يَوْمَهَا وَكَانَهُ الذَّيْلُ الَّذِي تُخَلِّفُهُ الطَّائِرَةُ النَّفَّاثَةُ خَلْفَهَا، إِذْ كَانَ رَأْسُهُ دَقِيقاً، أَمَّا ذَيْبُهُ فَهُوَ يَزْدَادُ نُخْناً مَعَ ابْتِعَادِنَا عَنِ الرَّأْسِ. وَقَدْ قُدِّرَ طُولُ ذَنْبِهِ يَوْمَهَا بِأَكْثَرِ مِنْ (50) مِليُونِ كِيلُومِترٍ.



لحظات اكتشاف مذنب (73P) في آيار من عام 2006م، والذي يُسمى باسم "فيسان-فاحمان-3" أيضاً

## تسمية المذنبات

جَرَتْ الْعَادَةُ أَنْ يُدْعَى الْمَذَنَّبُ الْمُكْتَشَفُ بِاسْمِ مُكْتَشِفِهِ، وَفِي ذَلِكَ تَشْجِيعٌ لِلْقِيَامِ بِمَزِيدٍ مِنَ الْاِكْتِشَافَاتِ، وَبِخَاصَّةٍ لِلْهُوَاةِ الَّذِينَ يُرِيدُونَ أَنْ يَنَالُوا شُهْرَةً عَالَمِيَّةً مِنْ وَرَاءِ هَوَاتِبِهِمْ تِلْكَ.

وَعِنْدَمَا يَتِمُّ اكْتِشَافُ الْمَذَنَّبِ مِنْ قِبَلِ عِدَّةِ أَشْخَاصٍ فِي آنٍ وَاحِدٍ، يُقَرَّنُ أَسْمَاءُ هَؤُلَاءِ جَمِيعاً بِذَلِكَ الْمَذَنَّبِ، وَلِهَذَا نَجِدُ لِبَعْضِ الْمَذَنَّبَاتِ تَسْمِيَةً وَاحِدَةً، بَيْنَمَا تَتَعَدَّدُ الْأَسْمَاءُ بِالنِّسْبَةِ لِبَعْضِ الْآخَرِ.

وَفِيمَا يَلِي عَدَدٌ مِنَ الْمَذَنَّبَاتِ الَّتِي قُرِنَ بِهَا اسْمٌ أَوْ أَسْمَاءٌ مُكْتَشَفِيهَا :

(1) مُذَنَّبُ (هوندا - مركوس - جدوساكوفا) : وَهُوَ مُذَنَّبٌ اكْتِشَفَهُ هَؤُلَاءِ الثَّلَاثَةِ فِي زَمَنِ مُتَقَارِبٍ، فَرُبِطَتْ بِهِ أَسْمَاؤُهُمْ.

(2) مُذَنَّبُ (ارند - رولاند) : وَهُوَ مُذَنَّبٌ اكْتِشَفَهُ الْعَالِمَانِ الْفَلَاحِيَّانِ الْبُلْجِيكِيَّانِ الْمُتَعَاوِنَانِ مَعاً، فَقُرِنَ اسْمُهُمَا بِهِ. بَعْضُ الْمَذَنَّبَاتِ الَّتِي تَمَّ الْكَشْفُ عَنْهَا فِي الْقُرْنِ الْعِشْرِينَ :

(1) مُذَنَّبُ (مودهاوس) : تَمَّ الْكَشْفُ عَنْهُ عَامَ 1908م، وَكَانَ مِنَ الْمَذَنَّبَاتِ الَّتِي بَدَتْ فِي مَظْهَرٍ غَرِيبٍ مُلْفِتٍ لِلنَّظَرِ، إِذْ كَانَ ذَيْلُهُ يَنْفَصِلُ عَنِ الرَّأْسِ، ثُمَّ يَعُودُ لِلِلْتِحَامِ مَعَهُ بَعْدَ أَنْ



لمذنب طويل الدور حيث كان أدنى اقتراب له من الأرض في الشهر 1997/3م، وكان آخر ظهور له في المنظومة الشمسية الداخلية قبل 4200 عام. وسيكون ظهوره القادم بعد عام 2600م، بسبب التأثير الثقالي لكوكب المشتري فيه. في هذه الفترة سيرحل بعيداً عن الشمس بمقدار (370) مرة من بعد الأرض عنها.



لمذنب هيل بوب مدار شديد الميل، شأن معظم المذنبات الطويلة الدور، إذ إن مستوى مداره يكاد يكون عمودياً على مستوى مدار الأرض (الرسم التخطيطي داخل المربع).

## أشهر المذنبات

(1) مذنب هالي :

تسميته هذا المذنب (هالي) مستمدة من اسم العالم

الفلكي البريطاني إدmond هالي (1656 - 1742)م،

وكان معاصراً للعالم

(إسحق نيوتن) مكتشف

الجاذبية. والربط بين هذا

المذنب وبين العالم (هالي)

سببه قيامه بدراسات حول

هذا المذنب، مكنت من

تحديد مساره، ومواعيد

اقترابه من الأرض أثناء دورته حول الشمس، والكشف عن



المذنب (إيكيا - سيكي) أمكن رؤيته بالعين المجردة في الصباح على مدى عدة أيام في عام 1975م، وتبدو ذابته وذيله في هذه الصورة بوضوح شديد.

(6) مذنب (مركوس) : اكتشفه الفلكي (مركوس) في خريف عام 1969م، وقد بدا يومها بذيله، وكان أحدهما مؤلفاً من ذرات الغبار الكوني، وقد بدا منحنيًا، أما الذيل الثاني فكان مؤلفاً من الغازات المتأينة، وكان مستقيماً.

(7) مذنب (بينت) : تم اكتشافه من قبل الفلكي (بينت) عام 1970م.

(8) مذنب (كوهوتيك) : تم اكتشافه عام 1973م، على يد الفلكي (كوهوتيك).

(9) مذنب (إنكي) : وقد تم اكتشافه عام 1786م، من قبل العالم الفلكي (إنكي)، وتبين أنه من أقصر المذنبات مداراً، إذ يتم دورته حول الشمس خلال (3) سنوات و(109) أيام تقريباً. وقد اختفى بعد انفجاره في شهر حزيران عام 1908م، في منطقة (تونغوسكا) في سيبيريا.

(10) مذنب (هيل-بوب) : يُعتبر هذا المذنب نموذجاً



تَقْرِيْبًا، بِاسْتِثْنَاءِ زِيَارَةِ وَاحِدَةٍ مِنْهَا لَمْ يُعْثَرْ لَهَا عَلَى تَسْجِيلٍ حَتَّى الْيَوْمِ، وَمِنْ الْمُحْتَمَلِ أَنْ تَكُونَ قَدْ فُقِدَتْ، أَوْ تُلِفَتْ، أَوْ أَنَّهَا لَمْ تُكْشَفْ بَعْدُ.

وَيَتَصِفُ مُذَنَّبُ (هَالِي) بِأَنْ دَوْرَتَهُ حَوْلَ الشَّمْسِ (تَرَاجِعِيَّةٌ) أَيَّ أَنَّهُ يَدُورُ نَحْوَ الْجِهَةِ الَّتِي تَدُورُ بِاتِّجَاهِهَا عَقَارِبُ السَّاعَةِ.



لَوْحَةٌ مَسْمُورَةٌ بِبَابِلِيَّةٍ قَدِيمَةٍ تُشِيرُ إِلَى مُرُورِ مُذَنَّبِ هَالِي.

وَيَصْنَعُ مَدَارَهُ مَعَ دَائِرَةِ الْكُسُوفِ وَالْحُسُوفِ زَاوِيَةً قَدْرُهَا (162). وَأَطْوَلُ مَسَافَةٍ تَفْصِلُ بَيْنَهُ وَبَيْنَ الشَّمْسِ تَكُونُ يَوْمَ بُلُوغِهِ (نُقْطَةِ الْأَوْجِ) حَيْثُ تُقَدَّرُ بِـ (6000) مِليُونِ كِيلُومِترٍ، وَهِيَ مَسَافَةٌ تَزِيدُ قَلِيلًا عَلَى الْمَسَافَةِ الْقَائِمَةِ بَيْنَ (بِلُوتو) وَ(الشَّمْسِ)؛ أَمَّا عِنْدَمَا يَكُونُ فِي (الْحَضَبِضِ)، فَيُقَدَّرُ الْبُعْدُ بَيْنَهُ وَبَيْنَ الشَّمْسِ بِحَوَالِي (90) مِليُونِ كِيلُومِترٍ، وَقَدْ يَزِيدُ أَوْ يَقِلُّ قَلِيلًا عَنْ ذَلِكَ. وَأَقْرَبُ مَسَافَةٍ إِلَى الْأَرْضِ، بَلَّغَهَا فِي

أَقْسَامِهِ، وَعَنْ طَبِيعَتِهِ، إِذْ كَانَ هَذَا الْعَالَمُ مُنْذُ صِغَرِهِ مُهْتَمًّا بِالدَّرَاسَاتِ الْفَلَكِيَّةِ.

مِنْ ذَلِكَ أَنَّهُ عِنْدَمَا بَلَغَ الْعِشْرِينَ مِنْ عُمُرِهِ، قَصَدَ جَزِيرَةَ (سانت هيلانة)، فِي الْجُزْءِ الْجَنُوبِيِّ مِنَ الْمُحِيطِ الْأَطْلَسِيِّ، لِيَقُومَ بِرِسْمِ خَرِيْطَةٍ لِنُجُومِ سَمَاءِ نِصْفِ الْكَرَةِ الْجَنُوبِيِّ، الَّتِي لَا تُشَاهَدُ مِنَ الدُّوَلِ الْأُورُوبِيَّةِ، وَقَدْ اسْتَطَاعَ تَحْدِيدَ مَوَاقِعِ (341) نَجْمًا، لَمْ تَكُنْ مُسَجَّلَةً فِي سِجِلَاتِ النُّجُومِ مِنْ قَبْلُ.

وَعِنْدَمَا شَاهَدَ الْمُذَنَّبَ الَّذِي قُرِنَ بِاسْمِهِ، وَكَانَتْ مُشَاهَدَتُهُ لَهُ عَامَ 1682م، اسْتَطَاعَ أَنْ يُحَدِّدَ مَدَارَهُ، وَأَنْ يُقَدَّرَ زَمَنَ دَوْرَتِهِ، وَالسَّنَةَ الَّتِي سَتَتُمْ رُؤْيَتُهُ فِيهَا ثَانِيَةً مِنْ قَبْلِ سُكَّانِ الْأَرْضِ. كَمَا أَكَّدَ بِأَنَّ هَذَا الْمُذَنَّبَ هُوَ نَفْسُهُ الَّذِي رَأَاهُ النَّاسُ قَبْلَ الْمِيلَادِ وَبَعْدَهُ بِفَوَاصِلَ زَمَنِيَّةٍ مُتَوَسِّطُهَا (76.01) سَنَةً، وَأَنَّ الْإِخْتِلَافَ فِي شَكْلِهِ الَّذِي كَانَ يُرَى عَلَيْهِ إِنَّمَا هُوَ نَاجِمٌ عَنْ اخْتِلَافِ قُرْبِهِ أَوْ بُعْدِهِ عَنِ الْأَرْضِ، وَعَنِ الظُّرُوفِ الْفَلَكِيَّةِ الْأُخْرَى الْمُؤَثِّرَةِ فِيهِ. وَحَدَّدَ يَوْمَهَا مَوْعِدَ الزِّيَارَةِ الثَّانِيَةِ الَّتِي سَيَقُومُ بِهَا الْمُذَنَّبُ لِلْأَرْضِ، وَأَنَّهَا سَتَتُمْ فِي عَامِ 1758م.

وَقَدْ عَادَ الْمُذَنَّبُ كَمَا قَالَ، وَلَكِنَّهُ تَأَخَّرَ عَنْ ذَلِكَ الْمَوْعِدِ قَلِيلًا، إِذْ كَانَتْ عَوْدَتُهُ وَرُؤْيَتُهُ مِنْ قَبْلِ سُكَّانِ الْأَرْضِ يَوْمَ 13 / آذَارٍ مِنْ عَامِ 1759م. وَلَمْ يُكْتَبْ لِذَلِكَ الْعَالَمِ رُؤْيَتُهُ ثَانِيَةً، إِذْ تُوَفِّيَ قَبْلَ عَوْدَةِ الْمُذَنَّبِ بِـ (17) سَنَةً.

وَلَا يَدْرِي أَحَدٌ مُنْذُ مَتَى كَانَ هَذَا الْمُذَنَّبُ يَقُومُ بِدَوْرَتِهِ حَوْلَ الشَّمْسِ، وَبِزِيَارَتِهِ أَتْنَاءَ ذَلِكَ لِلْأَرْضِ، إِلَّا أَنْ أَقْدَمَ تَسْجِيلُ تَمَّ الْعُثُورُ عَلَيْهِ بَيْنَ الْوَنَائِقِ الْأَثَرِيَّةِ التَّارِيخِيَّةِ هُوَ التَّسْجِيلُ الصِّينِيُّ الَّذِي تَحَدَّثَ عَنْ ظُهُورِ هَذَا الْمُذَنَّبِ فِي سَمَاءِ الصِّينِ عَامَ 1057 قَبْلَ الْمِيلَادِ.

وَقَدْ عُثِرَ عَلَى جَمِيعِ الْوَنَائِقِ الَّتِي تُشِيرُ إِلَى زِيَارَتِهِ لِلْأَرْضِ، الَّتِي تَوَالَتْ بَعْدَ ذَلِكَ التَّارِيخِ، وَالَّتِي بَلَغَ عَدْدُهَا (40) زِيَارَةً حَتَّى عَامَ 1986م، وَذَلِكَ خِلَالَ (3041) سَنَةً





إن مُذنب هالي الذي صوّر في 19/3/1986م، من جزيرة (رينيون) في المحيط الهندي، يبدو أشد ما يكون تالقاً في ذوابته، وهي سحابة الغاز والغبار المحيطة به.

وَلَمَّا مَرَّتْ نِهَآيَةُ ذَيْلِ الْمُذْنَبِ بِالْأَرْضِ، كَمَا كَانَ مُتَوَقَّعًا، كَانَتْ ذَرَاتُ الْغَازَاتِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ فِيهِ أَخْفَ مِنْ غِلَافِ الْأَرْضِ الْغَازِيِّ، لِذَا طَفَتْ نِهَآيَةُ ذَلِكَ الذَّيْلِ فَوْقَ ذَلِكَ الْغِلَافِ، فَلَمْ تَبْلُغْ سَطْحَ الْأَرْضِ. وَلَوْحِظَ يَوْمَهَا أَنَّ ذَيْلَهُ قَدْ انْشَطَرَ قُرْبَ نِهَآيَتِهِ إِلَى شَطْرَيْنِ؛ وَكُلُّ مَا تَرَكَهُ مُرُورُ الذَّيْلِ فِي جَوِّ الْأَرْضِ أَنَّهُ حَوْلَ اللَّيْلِ الْمُظْلِمِ إِلَى نَهَارٍ ذَهَبِيِّ اللَّوْنِ، وَبَدَأَ النَّاسُ - لَيْلًا - وَكَأَنَّهُمْ قَدْ اكْتَسَوْا حُلَلًا ذَهَبِيَّةً أَيْضًا، مِمَّا جَعَلَ تَمْيِيزَ النَّاسِ لِبَعْضِهِمْ لَيْلًا أَمْرًا صَعْبًا.

وَقَدْ عَلِقَ يَوْمَهَا بِالْغِلَافِ الْغَازِيِّ الْأَرْضِيِّ جُزْءٌ مِنْ غَازَاتِ وَغُبَارِ ذَيْلِ الْمُذْنَبِ ذَاتِ اللَّوْنِ الْأَحْمَرِ، سَاعَدَتْ عَلَى حُدُوثِ تَكَاثُفٍ فِي بُخَارِ الْمَاءِ الْمُعْلَقِ فِي الْجَوِّ بِشَكْلِ غَيْرِ مألُوفٍ، حِينَ تَوَفَّرَتْ لَهُ كِمَيَّاتٌ هَائِلَةٌ مِنْ ذَرَّاتِ الْغُبَارِ الَّتِي كَانَتْ بِمَثَابَةِ نُوَيَّاتٍ انْعَقَدَتْ حَوْلَهَا قَطَرَاتُ الْمَطَرِ وَبِلُورَاتِ الثَّلْجِ.

تَارِيخَ دَوْرَانِهِ حَوْلَ الشَّمْسِ، كَانَتْ فِي الْيَوْمِ الْعَاشِرِ مِنْ شَهْرِ (نيسان) عَامَ 837م، إِذْ لَمْ تَزِدِ الْمَسَافَةُ الَّتِي كَانَتْ تَفْصِلُهُ عَنِ الْأَرْضِ يَوْمَهَا عَلَى (4.94) مِلْيُونِ كِيلُومِترٍ، وَهَذَا مَا جَعَلَهُ شَدِيدَ اللَّمَعَانِ لِدَرَجَةِ أَنَّ النَّاسَ كَانُوا يَرُونَهُ بِوُضُوحٍ فِي النَّهَارِ أَيْضًا طِيلَةَ الْمُدَّةِ الَّتِي سَبَقَتْ غِيَابَهُ. وَفِي عَامِ 1910م، لَمْ يَزِدِ اقْتِرَابُهُ مِنَ الْأَرْضِ عَلَى (24) مِلْيُونِ كِيلُومِترٍ. وَقَدْ حَسِبَ عُلَمَاءُ الْفَلَكَ يَوْمَهَا بِأَنَّ طُولَ ذَيْلِهِ الَّذِي بَلَغَ (80) مِلْيُونِ كِيلُومِترٍ وَعَرْضُهُ الَّذِي بَلَغَ (2.9) مِلْيُونِ كِيلُومِترٍ، سَيَجْعَلُ نِهَآيَتَهُ تَكُنُّسُ الْأَرْضِ، وَخَوْفُوا النَّاسَ مِنْ أَنْ يُصَابُوا عِنْدَ ذَلِكَ بِالتَّسَمُّ بِأَحَدِ غَازَاتِهِ - وَهُوَ غَازُ (السيانوم) - كَمَا خَوْفُهُمْ مِنْ انْتِهَارِ أَعْصَابِهِمْ إِذَا مَا اسْتَنَشَقُوا غَازَ (أوكسيد النتروجين) الْمَوْجُودَ فِي ذَلِكَ الذَّيْلِ أَيْضًا، وَالَّذِي يَجْعَلُ الْإِنْسَانَ يُنْفَجِرُ بِالضَّحِكِ رَغْمًا عَنْهُ دُونَ أَنْ يَسْتَطِيعَ التَّوَقُّفَ عَنْ ذَلِكَ حَتَّى يَمُوتَ. وَهَذَا مَا جَعَلَ صُخْفَ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ تَمْتَلِي بِغَنَائِينَ سَاحِرَةٍ أَوْ تَغْلِبَ عَلَيْهَا رُوحُ الدُّعَابَةِ، وَمِنْ ذَلِكَ :

- أَلَمْ يُسَمِّمْكَ الْمُذْنَبُ بَعْدُ؟

- كُلُّ النَّاسِ فِي سَبَاقٍ لِلِاسْتِحْمَامِ فِي حَمَّامٍ غَازِيٍّ مَجَانِيٍّ، مَا عَدَا الْجَنِّ الْعَالِي.

- كَثِيرٌ مِنَ النَّاسِ يَسْتَمْتِعُونَ بِنُكْهَةِ (السيانوجين).

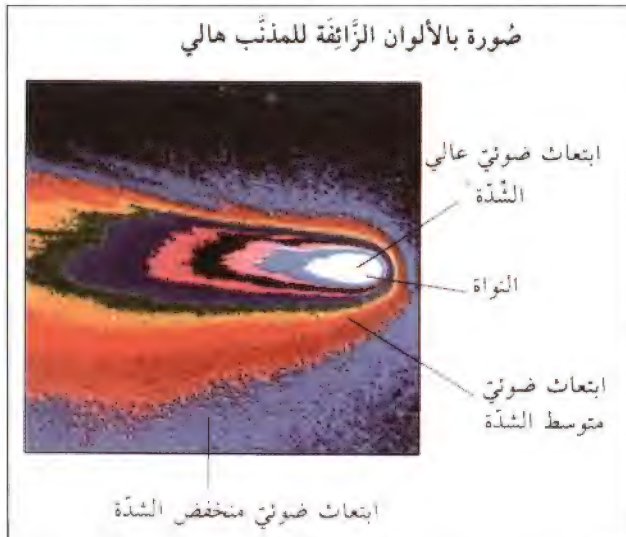
كَمَا أَخَذَ النَّاسُ يُقِيمُونَ الْحَفَلَاتِ الرَّاقِصَةَ، وَيَعِيشُونَ فِي أَجْوَاءٍ مَرِحَةٍ، لِيَنَالُوا أَقْصَى مُتْعَةٍ مِنْ دُنْيَاهُمْ قَبْلَ أَنْ يَحِلَّ الْيَوْمُ الْآخِرُ الَّذِي بَاتَ قَرِيبًا حَسَبَ اعْتِقَادِهِمْ.

وَقَدْ اسْتَغْلَ هَذَا الظَّرْفَ، وَذَلِكَ الرُّعْبَ وَالتَّخُوفَ، أَصْحَابُ الْمَصْنَعِ الْكِيمِيَّائِيَّةِ، حَيْثُ وَضَعُوا بَيْنَ أَيْدِي الْبَاعَةِ عَلَى قَارِعَاتِ الطَّرِيقِ، وَفِي الصَّيْدَلِيَّاتِ وَمَحَلَّاتِ بَيْعِ أَدَوَاتِ التَّجْمِيلِ، أَدْوِيَّةً وَاقِيَّةً مِنَ التَّسَمُّ بِتِلْكَ الْغَازَاتِ، وَأَقْنَعَةً تُنَقِّي الْهَوَاءَ مِنَ السُّمُومِ؛ وَجَنُّوا مِنْ وَرَاءِ ذَلِكَ أَرْبَاحًا طَائِلَةً.



(230) مليون كيلومتر. وبعد أن التفت حول الشمس، كَرَّ راجعاً مُقْتَرِباً ثَانِيَةً مِنَ الْأَرْضِ، حَتَّى أَصْبَحَ عَلَى بُعْدِ (63) مليون كيلومتر منها، وذلك بعد أن اجتاز دائرة الكُشُوف والخُسُوف عَائِداً إِلَى سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ يَوْمَ (15) نِيسَانَ 1986م. وَكَانَتْ تِلْكَ أَقْرَبَ نَقْطَةِ إِلَى الْأَرْضِ بَلَغَهَا هَذَا الْمُذَنْبُ فِي زِيَارَتِهِ هَذِهِ لَهَا.

وَلَمْ يَسْتَطِعْ سُكَّانُ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ الْإِسْتِمْتَاعَ بِرُؤْيَيْهِ فِي هَذِهِ الْفَتْرَةِ، كَمَا كَانَ مُتَوَقَّعاً، لِقُرْبِهِ مِنَ الْأُفُقِ الْجَنُوبِيِّ، حَيْثُ يَكُونُ الْغُلَافُ الْغَازِي سَمِيكاً، بِالإِضَافَةِ إِلَى تَكَاثُفِ الْغُيُومِ الْمُتَوَقَّعِ فِي هَذَا الشَّهْرِ فِي سَمَاءِ أَكْثَرِ الْبِلَادِ الْعَرَبِيَّةِ.



وَفِي نِهَآيَةِ شَهْرِ آيَّارٍ مِنْ عَامِ 1986م، كَانَ الْمُذَنْبُ قَدْ ابْتَعَدَ عَنِ الْأَرْضِ لِدَرَجَةٍ تَصْعُبُ مَعَهَا رُؤْيَتُهُ حَتَّى بِالْمَنَاطِيرِ الْمُقَرَّبَةِ الْعَادِيَّةِ.

### اِسْتِكْشَافُ مُذَنْبِ هَالِي

لَمْ تَكْشِفِ الْمَرَاقِبُ الضَّخْمَةُ الَّتِي وُجِّهَتْ نَحْوَ مُذَنْبِ (هالي)، عِنْدَ اقْتِرَابِهِ مِنَ الْأَرْضِ عَامَ 1986م، عَنْ شَيْءٍ جَدِيدٍ مِمَّا كَانَ قَدْ عُرِفَ عَنْهُ مِنْ قَبْلُ، بِإِسْتِثْنَاءِ وُجُودِ بَعْضِ الْمُرَكَّبَاتِ الْعُضْوِيَّةِ الْمِجْهَرِيَّةِ فِيهِ، كَمَا سَرَى. لِهَذَا أَخَذَ

كَمَا أَدَّى ذَلِكَ الْغُبَارُ إِلَى حَجَبِ جُزْءٍ مِنْ أَشِعَّةِ الشَّمْسِ عَنِ الْأَرْضِ، وَإِلَى تَدَنِّي الْحَرَارَةِ عَلَى سَطْحِهَا.

وَكَانَتْ طَلَائِعُ الْأَمْطَارِ الْغَزِيرَةِ، الَّتِي هَطَلَتْ، مُشْرِبَةً بِحُمْرَةِ ذَلِكَ الْغُبَارِ الْمَمْزُوجِ مَعَهَا، كَمَا أَنَّ الثَّلُوجَ، الَّتِي هَطَلَتْ بِسَبَبِ تَدَنِّي الْحَرَارَةِ، اسْتَمَرَّ هُطُولُهَا بِلا انْقِطَاعِ مُدَّةَ (40) يَوْماً مُتَتَالِياً، وَبِشَكْلِ لَمْ يَعْهَدُهُ النَّاسُ مِنْ قَبْلُ، وَبِخَاصَّةٍ فِي الْبِلَادِ ذَاتِ الْمَنَاحِ الْحَارِّ الْمُعْتَدِلِ كَحَوْضِ الْبَحْرِ الْمُتَوَسِّطِ.

وَكَانَ النَّاسُ يَتَعَاوَنُونَ فِي صَبِيحَةِ كُلِّ يَوْمٍ عَلَى كَشْطِ الثَّلُوجِ مِنَ الطَّرَقَاتِ، وَمِنْ فَوْقِ مَنَازِلِهِمْ. كَمَا عَانَى النَّاسُ مِنْ اشْتِدَادِ الْبَرْدِ طِيلَةَ تِلْكَ الْفَتْرَةِ مُعَانَةً كَبِيرَةً، إِذْ حَدَثَ يَوْمَهَا نَقْصٌ كَبِيرٌ فِي مَادَّتَيِ الْفَحْمِ وَالْخَشَبِ اللَّتَيْنِ كَانَتَا الْوُقُودَ الْمُتَعَارَفَ عَلَيْهِ لِلتَّدْفِئَةِ وَلِلطَّهْيِ فِي تِلْكَ الْيَّامِ.

صورة بصرية للمذنب هالي



وَعِنْدَمَا عَادَ مُذَنْبُ (هالي) فِي أَحَدِ زِيَارَتِهِ إِلَى الْأَرْضِ، وَذَلِكَ يَوْمَ (27) تَشْرِينَ الثَّانِي مِنْ عَامِ 1985م، كَانَ لَا يَزَالُ يَوْمَهَا فِي سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ عَلَى بُعْدِ (90) مليون كيلومتر مِنَ الْأَرْضِ. ثُمَّ انْتَقَلَ إِلَى سَمَاءِ نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيِّ، قَاطِعاً دَائِرَةَ الْكُشُوفِ وَالْخُسُوفِ، مُقْتَرِباً مِنَ الشَّمْسِ، وَمُتَبَعِداً عَنِ الْأَرْضِ، حَتَّى إِذَا مَا بَلَغَ أَقْرَبَ نَقْطَةِ إِلَى الشَّمْسِ، وَهِيَ نَقْطَةُ (الْحَضِيضِ)، فِي آخِرِ شَهْرِ كَانُونِ الثَّانِي 1985م، كَانَتْ الْمَسَافَةُ بَيْنَهُ وَبَيْنَ الْأَرْضِ



وقد اشترك مع الاتحاد السوفيتي في تنفيذ هذا المشروع عدد من دول أوروبا، الشرقية والغربية، وآسيا مثل (اليابان) و(فرنسا) و(النمسا) و(ألمانيا)، و(بولونيا) و(تشيكوسلوفاكيا) و(هنغاريا)؛ حيث قدمت كل دولة من تلك الدول جهازاً مختصاً بدراسة معينة من الدراسات المستهدفة.

وتم إرسال هاتين المركبتين في (15) كانون الأول عام 1984م باتجاه كوكب (الزهرة)، فوصلتا إليه في شهر حزيران عام 1985م، بعد أن قطعتا قرابة (50) مليون كيلومتر تقريباً.

وفي نهاية عام 1985م، وبعد أن قاما بتنفيذ البرنامج المرسوم لهما حول دراسة ذلك الكوكب، تم توجيههما نحو مذنب (هالي)، حيث بلغت المركبة (فيغا - 1) يوم (6) آذار 1986م، بينما لاقت المركبة (فيغا - 2) يوم (9) آذار من ذلك العام. وذلك كي تقوم كل من المركبتين بدراسة منفصلة عن الأخرى، لتجزي، فيما بعد، مطابقة بين الدراستين، زيادة في الدقة، وللتأكد من صحة النتائج.

وقد قام (الاتحاد السوفيتي) والدول المتعاونة معه بإطلاق المركبتين المذكورتين بعد النتائج الناجحة التي كان قد حققها القمر الصناعي (ASEA3) عندما أطلق من قبل وكالة الفضاء الأميركية يوم (12) آب عام 1978م ليدور حول الشمس، لسبر رياحها، ثم للتوجه، بعد ذلك، نحو مذنب (جياكوبيني - زير) الذي يزور الأرض كل (5.6) سنوات ولا يرى إلا بالمراقب؛ وكان قد وُجه في شهر حزيران من عام 1982م، نحو ذلك المذنب، بعد أن بلغت المسافة التي قطعها في دورانه حول الشمس (49.5) مليار كيلومتر.

وقد شك مهندس وكالة الفضاء الأميركية (روبرت فوكوهار) في أن يستطيع ذلك القمر الذي لا يزيد قطره على (157) سنتيمتراً، وبعد قطعه للمسافة الهائلة التي دارها

عدد كبير من دول العالم أهبطه للتعاون على إرسال مركبات فضائية نحو ذلك المذنب وغيره للكشف عما إذا كانت هناك أمور لا تزال تجهلها بالنسبة لتلك المذنبات وبقيتها.

وكان في طليعة تلك الدول (الاتحاد السوفيتي) الذي قرر إرسال مركبتين فضائيتين نحو كوكب (الزهرة)، في البداية، للقيام بدراسته، ثم توجهان نحو المذنب، عند اقترابه من ذلك الكوكب، لفحصه وسيره.

وقد سميت هاتان المركبتان باسم (فيغا - 1) و(فيغا - 2)، وبلغ وزن كل واحدة منهما حوالي (120) كغ. وقد رُكب اسم هاتين المركبتين من مقطعين فيهما دلالة على المهمة المنوطة بهما، فالمقطع (في) هو جزء من كلمة (فينيرا) التي تعني، باللغة الروسية، (كوكب الزهرة)، و(غا) الذي هو جزء من كلمة (غالي) التي تعني (هالي) المذنب.



السابر جيو تو



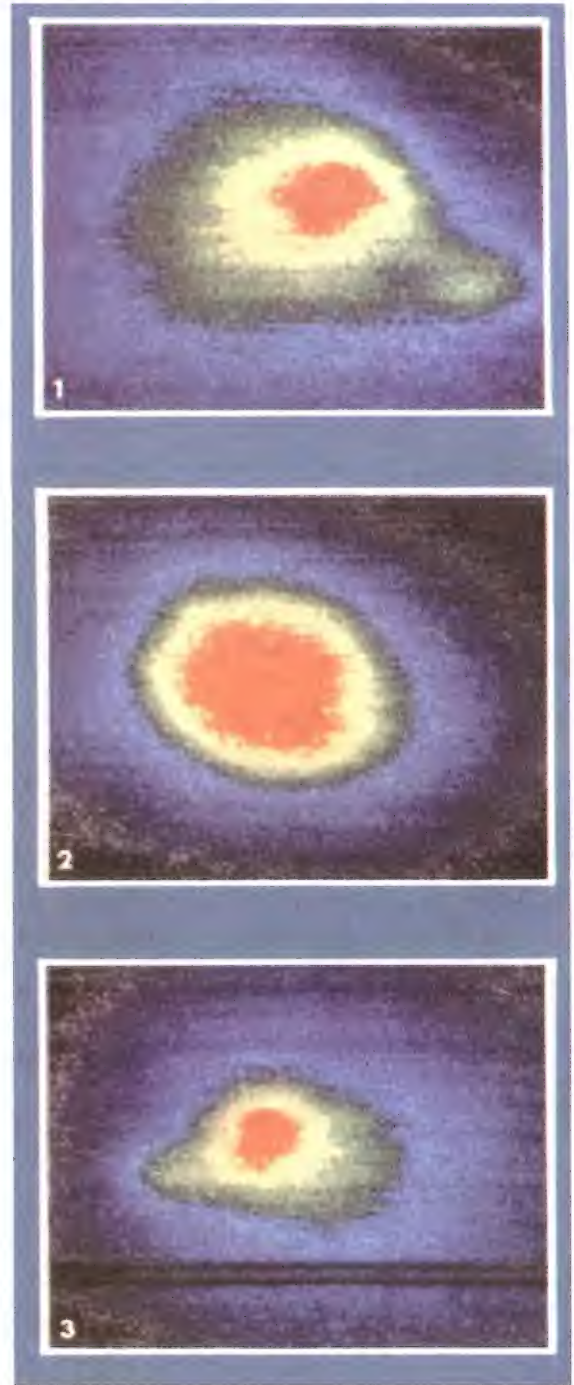
حول الشمس، أن يتمكن من تحقيق المهمة التي كُلِّفَ بها. لذا، عندما استجاب للتوجيه الأرضي، ویمَمَّ شطره نحو المذنب، حيث لاقاه في منتصف شهر تشرين الأول من عام 1985م، هَلَّلَ العاملون في مركز وكالة الفضاء الأميركية مُستبشرين فرحين.

وقد اخترق القمر الصناعي عباءة المذنب، واقترب من النواة، حتى لم يبقَ بينه وبينها إلا مسافة (8000) كيلومتر. وبتبين نتيجة المعلومات التي بثها أن نواة المذنب عبارة عن كرة متراصة ثلجية منتظمة الشكل، تتألف من بخار الماء المتجمد الذي يضم في ثناياه: الفحم وأول أكسيد الفحم وغباراً كونياً من معادن مختلفة وغازات متعددة؛ وأن العباءة فيه لها نفس التركيب، إلا أن ذراتها متخلخلة لدرجة كبيرة، وأن الذنب يشبه في تركيبه العباءة أيضاً، وأنه مشحون بالكهرباء، كما أن عرضه كان يبلغ (4700) كيلومتر، لا (1100) كيلومتر كما كان قد قدره راصدوه بواسطة المراقب الفلكية.

وبالإضافة إلى هاتين المركبتين وذلك القمر الصناعي، تم إرسال مركبة فضائية جديدة باتجاه مذنب (هالي) دُعيت باسم (جيو تو)، وهو اسم الفنان الإيطالي الذي كان قد رسم لوحة للمذنب (هالي) عام 1301م.

وكانت (وكالة الفضاء الأوروبية)، المسماة اختصاراً باسم (ESA)، ومقرها في مدينة (نوردفيك) في (هولندا)، هي التي أطلقت تلك المركبة يوم (2) تموز 1985م، من قاعدة (كورو) في (غواتيمالا الفرنسية) على الساحل الشمالي لأميركا الجنوبية. وقبل أن تبلغ المركبة هذه المذنب بحوالي (50) كيلومتراً، أخذت تبث صوراً عنه باتجاه مركز المراقبة الأرضي.

وبتاريخ (13) آذار عام 1986م، اخترقت المركبة (جيو تو) ذنب المذنب قرب رأسه بسرعة (68.4) كم في الثانية، حتى لم يعد بينها وبين النواة أكثر من مسافة (500) كم.



مذنب هالي كما بدا من المركبة (فيغا - 1)

- 1 - هذه اللقطة أُخذت في 6/ آذار قبل لحظة الاقتراب الأدنى. تدرج الألوان من الأزرق إلى الأحمر يبرز تنامي الكثافة. نلاحظ على يمين الصورة نوءاً يعود إلى انبعاث غباري غير عادي.
- 2 - لحظة الاقتراب الأدنى (8930) كم. هذه اللقطة تغطي مسافة (20) كم. الجزء الأكثر سطوعاً يمثل لب المذنب بقطر أفقي يقارب (7) كم.
- 3 - الوداع: (فيغا - 1) تبتعد عن هالي.



ج. وَإِنَّ سَطْحَ نَوَاةِ الْمُذْنَبِ، الْمُؤَلَّفِ مِنْ طَبَقَةٍ صُلْبَةٍ مُتْرَاصَةٍ، ذُو لَوْنٍ أَسْوَدَ، خَشِنٌ بَعْضَ الشَّيْءِ، يُشَبُّهُ فِي مَظْهَرِهِ (الْمُخْمَلِ الْأَسْوَدِ). وَهُوَ مَلِيٌّ بِالْحَفَرِ وَالشَّقُوقِ الصَّغِيرَةِ النَّاتِجَةِ عَنْ ضَرْبِ النَّيَّازِكِ الدَّقِيقَةِ لَهُ.

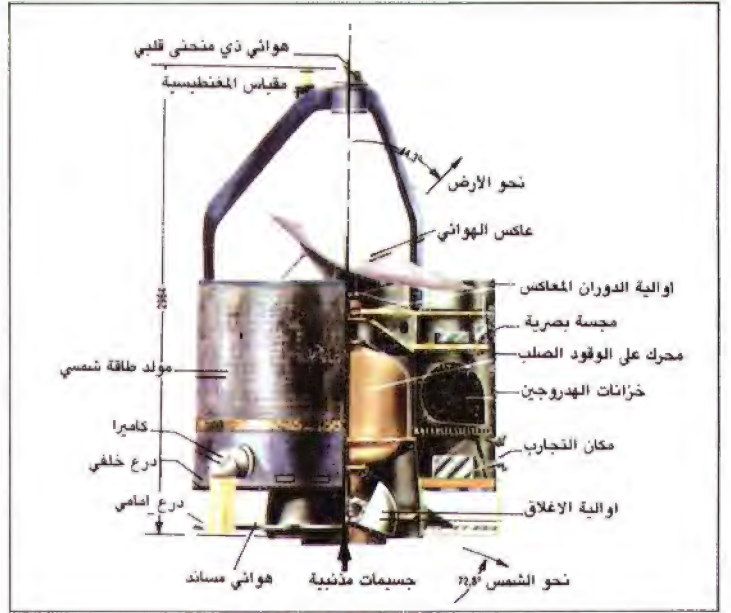
د. وَإِنَّ تَرْكِيبَهُ الْكِيمِيَاءِيُّ يَشْتَرِكُ فِيهِ مَعَ بَقِيَّةِ الْمُذْنَبَاتِ الْمُؤَلَّفَةِ مِنْ غَازِيٍّ (الْأُوكْسِجِينِ وَالْهَيْدْرُوجِينِ)، فِي الدَّرَجَةِ الْأُولَى، وَمِنْ (ثَانِي غَازِ الْفَحْمِ، وَأَوَّلِ أُوكْسِيدِ حَمْضِ الْفَحْمِ، وَالْأَمُونِيَّاتِ وَالْمِيتَانِ، وَالْأَزُوتِ، وَالسِّيَّانُوجِينِ)، وَمِنْ بُخَارِ الْمَاءِ الْمُتَجَمِّدِ عَلَى شَكْلِ بَلُورَاتٍ ثَلْجِيَّةٍ، وَمِنْ جُزْئِيَّاتٍ مِنَ الْعُبَارِ الْكَوْنِيِّ الْمُؤَلَّفَةِ مِنْ جُمْلَةٍ مِنَ الْمَعَادِنِ أَهْمُهَا: (السَّيْلِيكُونِ وَالْمَغْنِيزِيُومِ وَالْأَلُمِينِيُومِ وَالْإِيرِيدِيُومِ وَالْحَدِيدِ)، ثُمَّ مِنَ الْفَحْمِ وَبَعْضِ أَحْمَاضِهِ وَكِبْرِيَاتِهِ.

وَكَانَ قَدْ أُقِيمَ فِي وِلَايَةِ (نيوساوث ويلز) فِي جَنُوبِ شَرْقِ (أُسْتْرَالِيَا)، فِي مَطْلَعِ شَهْرِ آدَارَ مِنْ عَامِ 1985م، مَرْقَبٌ بَرِيطَانِيٌّ، يَبْلُغُ طُولَ قُطْرِ عَدَسَتِهِ (3.85) أَمْتَارًا، بِإِشْرَافِ الْعَالَمِيِّينَ الْفَلَكَائِيِّينَ (فريد هويل) وَ(شاندرا ويكرا ماسينج).



صورة لمذنب هالي باستخدام الألوان الزائفة

وَقَدْ التَّفَقَّطَتْ بِهَذَا الْمِرْقَبِ صُورٌ لِمُذْنَبِ (هَالِي) بِالْأَشْعَةِ تَحْتَ الْحَمَرَاءِ عِنْدَمَا اقْتَرَبَ مِنَ الْأَرْضِ. وَمِنْ دِرَاسَةِ تِلْكَ الصُّورِ، تَبَيَّنَ لَهُمَا أَنَّ تَرْكِيبَهُ مُطَابِقٌ لِمَا جَاءَتْ بِهِ الدَّرَاسَاتُ الَّتِي قَامَتْ بِهَا الْمُرْكَبَاتُ وَالْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ، إِنَّمَا يُضَافُ



أقسام السابر جيوتو الذي أرسل لرصد مذنب هالي

وَقَدْ أَثَرَتْ شِدَّةُ الْحَرَارَةِ النَّاتِجَةِ عَنْ اخْتِكَائِ الْمُرْكَبَةِ بِالذَّبِيلِ إِلَى تَوَقُّفِ أَجْهَازِهَا، بَعْدَ تَوَعُّلِهَا فِيهِ؛ وَسَادَ الْاِعْتِقَادُ لَدَى الْخَبَرَاءِ الْمَوْجُودِينَ حِينَئِذٍ فِي مَرْكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّةِ بِأَنَّهَا قَدْ تَعَطَّلَتْ نِهَائِيًّا عَنِ الْعَمَلِ، إِلَّا أَنَّهُ بَعْدَ انْقِضَاءِ فِتْرَةٍ عَلَى خُرُوجِهَا مِنْ نِطَاقِ ذَلِكَ الذَّنْبِ، عَادَتْ أَجْهَازُهَا مِنْ جَدِيدٍ لِلْعَمَلِ.

وَأَهْمُ مَا انْتَهَتْ إِلَيْهِ أَبْحَاثُ الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ (ASEA3) وَالْمُرْكَبَةِ (جيوتو) وَالْمُرْكَبَتَيْنِ (فيغا - 1) وَ(فيغا - 2) حَوْلَ مُذْنَبِ (هَالِي):

أ. إِنَّ الْجُسَيْمَاتِ الَّتِي تُشَكِّلُ الْمُذْنَبَ بِكُلِّ أَقْسَامِهِ يَتَرَاوَحُ طُولُ قُطْرِ الْوَاحِدِ مِنْهَا بَيْنَ (1/500.000) مِنْ الْمِيلِيْمِتْرِ وَبَيْنَ (6) مِيلِيْمِتْرَاتٍ.

ب. إِنَّ نَوَاةَ رَأْسِ الْمُذْنَبِ لَيْسَتْ عَلَى شَكْلِ كُرَةٍ مُنْتَظِمَةٍ، وَإِنَّمَا هِيَ أَشَبُّهُ مَا تَكُونُ بِحَبَّةِ الْفُولِ السُّودَانِيِّ الْمُتَفَتِّحَةِ عِنْدَ الْوَسَطِ، وَأَنَّ طُولَ قُطْرِهَا الْكَبِيرِ يَبْلُغُ (15) كَم، أَمَّا الصَّغِيرُ فَيَبْلُغُ طَوْلَهُ (8) كَم، بَيْنَمَا يَصِلُ فِي مِثْلِهِ الْإِنْتِفَاحُ إِلَى (10) كِيلُومِتْرَاتٍ.



1861م، كان ذا رأس كبير أيضاً، إلا أن ذيله كان على شكل مروحة يدوية كبيرة منتشرة على رقعة كبيرة من السماء.



(3) مذنب (دوناتي) :

وقد اقترب من الأرض في يوم (5) كانون الأول عام 1958م، وظل يري عدة أيام في الجهة الشرقية من السماء وهو يجر وراءه ذنبه الضخم الذي كان يشبه الحربة المقلوبة.

### مذنبات المشتري (عائلة المشتري)

لقد استطاع كوكب (المشتري)، بسبب ضخامة حجمه، أن يأسر عدداً من المذنبات التي كانت تدور في فلك الشمس عندما اقتربت منه وأصبحت تدور في فلكه، ودُعيت تلك المذنبات باسم : (عائلة المشتري) Jupiter family. ولهذه المذنبات مدارات إهليلجية متشابهة، أقل تفلطحاً بكثير من مدارات المذنبات التي تدور حول الشمس، إذ لا يتجاوز بعدها عن (المشتري)، عندما تكون في الحضيض، (400 - 500) كم، وهي أقرب نقطة تبلغها داخل مداره. كما أن أقصى مسافة لها تفصلها عن (المشتري)، وهي في الأوج، لا تتجاوز (600 - 700) مليون كيلومتر تقريباً، وذلك حين يتجاوز مدارها مدار (الأرض) قليلاً.

إلى ذلك وجود بعض المواد العضوية المحتوية على جزيئات مجهرية؛ وأن قسماً منها يبلغ سطح الأرض عند ملاقاتها لغبار المذنب الذي يخلفه، بعد رحيله، على مدار الأرض. وأهم تلك الجزيئات : الجزيئات المسببة للحمات الراشحة وللشعاع الديكي.

وقد قام الآن هذان العالمان، بالتعاون مع عالم الجزيئات الكبير الدكتور (جوب واتكنز)، بتجارب مخبرية في ظروف مخبرية تشبه الظروف الكونية للمذنبات، للتأكد من النتائج التي تم التوصل إليها، ومن أن المذنبات هي مصدر جزيئات مرصية، يزداد خطرهما وانتشارهما عقب مرورها قرب الأرض، أثناء دورانها حول الشمس.

ومما يؤيد رأي هذين العالمين حول وجود مواد عضوية في تركيب المذنبات، الدراسة التي قام بها العالم الفلكي (ويليام هائجنز)، في مطلع عام 1868م، للمذنبات، حيث اعتمد فيها على تحليل طيف الأشعة الصادرة عنها، حيث دلته على وجود غازات (أوليفينية) في تركيب المذنبات، وهي غازات ذات تركيب كيميائي (عضوي)، هذا بالإضافة إلى ما اكتشفه يومها من وجود غاز (السيانوجين) السام فيها أيضاً، والمؤلف من مادتي (الفحم والازوت) ووجود غاز (الميثان) و(بخار الماء) إلى جانب عدد من العناصر المعدنية.

(2) المذنب الكبير :

وهو المذنب الذي اقترب من الأرض عام 1843م، وكان ذا رأس كبير وذيل بالغ الطول، إذ ملا المسافة القائمة بين الأفق وكبد السماء، ثم تجاوزها حتى شكل قوساً طولها (100) درجة، وعندها بدت نهاية الذيل عند الأفق.

وقد قدر طول ذنبه يومها بـ (320) مليون كيلومتر، أي أكثر من ضعف المسافة القائمة بين الأرض والشمس.

وعندما مر هذا المذنب بالأرض مرة ثانية في عام





في عام 1994م، اصطدم مذنب شومبكر-ليفى 9، بكوكب المشتري اصطداماً عنيفاً.

الفراغات فيها حوالي (95 %) من حجمها، فقد تغيرت النظرة إلى ما يحدث عند سقوط مذنب باتجاه سطح الأرض؛ فالمذنب ما دام على تلك الحالة كثافة وهشاشة، فإنه قبل أن يصطدم بالأرض، كما يحدث للكويكبات والنيازك، يتفجر قرب سطح الأرض بفعل موجة الضغط التي تنحس بين نواة المذنب وبين ذلك السطح، تماماً كما حدث لمذنب (إنكي) الذي مر معنا وصف انفجاره.

مع الأخذ بعين الاعتبار صغر نواة ذلك المذنب، إذا ما قورنت بنواة غيره من المذنبات، ومع ذلك، ورغم صغره، فقد قصف جذوع أشجار الغابة في دائرة قطرها (40) كم وألقى ببعض أشجارها المجهتة إلى بعد (70) كم من مكان الانفجار، كما ألقى بالناس والحيوانات أرضاً، وحطم النوافذ والأبواب والشقوق الخشبية والبراميل والأواني الفارغة في نطاق مساحة كبيرة من تلك البقعة، ودفع حوله بريح حارة شعر الناس معها وكأن ملايسهم كانت تحترق فوق أجسادهم.

كما تحول دثبه وعباءته إلى ستارة من اللهب ملأت ما بين السماء والأرض قبل أن يقع الانفجار! فكيف بنا إذا ما انفجر مذنب آخر، يفوق حجم نواته حجم نواة مذنب (إنكي) بعدة مرات؟

مما زاد اهتمام هؤلاء العلماء بأمر اتخاذ الحطة تجاه تلك الأجرام، اكتشاف طبقة من الطين الجاف المضغوط، الغني بمعدن (الإيريديوم)، وهو معدن لا يدخل في تركيب صخور الأرض

وإذا ما صادف وأقترب أحد تلك المذنبات، وهو في الحضيض، إلى مسافة (300) كم من (المشتري)، فإنه يقذف إلى مدار جديد أكبر من مداره السابق، وبحيث يصبح بعد ذلك المذنب عن (المشتري)، وهو في الأوج، في حدود (800) كم، وبذلك يزداد طول دورته الانتقالية حول ذلك الكوكب، فلا يتمها قبل (5 - 7) سنوات.

ونظراً لضآلة كتلة المذنبات، فإنها لا تترك أي أثر في نظام دوران أقمار (المشتري) حوله، وذلك عندما تكون تلك المذنبات في الحضيض، وحيث تغمر بذبولها أحياناً تلك الأقمار. وقد تمكن علماء الفلك من اكتشاف أكثر من (50) مذنباً حول (المشتري)، كما استطاعوا تحديد مدار كل منها.

## المذنبات والأرض

لقد اعتقد العلماء سابقاً بأن تركيب نوى المذنبات يشبه تركيب الكويكبات، وأن لها نفس الحجوم والكتل، ولهذا صنفوا النتائج التي يلحقها سقوطها فوق كرتنا كتصنيفهم لنتائج سقوط الكويكبات على هذه الكرة.

أما الآن، وبعد أن تم الكشف عن تركيبها وكتلتها بواسطة المركبات الفضائية والأقمار الصناعية، كما مر معنا، حيث تبين أن أكبرها لا يتجاوز طول نواته (15) كم، وعرضها (8 - 10) كم، وأن كثافتها لا تساوي أكثر من (0.05) من كثافة الماء، لأن النواة، وهي أكتف جزء في المذنب، تشغل



الثَّانِي) قَدْ انْقَرَضَتْ عِنْدَمَا كَانَتْ تَتْرَاكُمْ ذَرَاتُ تُرَابٍ هَذِهِ الطَّبَقَةُ الطَّبِيقَةُ، وَالَّتِي دَلَّ وُجُودَ مَعْدِنٍ (الإيريديوم) فِيهَا عَلَى أَنَّهَا قَدْ تَشَكَّلَتْ مِنْ بَقَايَا وَغُبَارِ النَّيَّاكِ وَالشُّهُبِ وَالْمُذَنَّبَاتِ الْغَنِيَّةِ بِهَذَا الْمَعْدِنِ، وَالَّتِي انْقَضَتْ بِأَعْدَادٍ هَائِلَةٍ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ؛ الْأَمْرُ الَّذِي جَعَلَ تَرَاكُمْ ذَرَاتِ شَطَايَا وَغُبَارٍ تِلْكَ الْأَجْرَامِ يَصِلُ إِلَى مِثْلِ هَذَا السُّمُكِ.

وَقَدْ اكْتُشِفَتْ، فِيمَا بَعْدُ، طَبَقَةُ طِينٍ جَافٍ مُمَائِلَةً لَطَبَقَةِ (غوبيو) فِي كُلِّ مِنْ (إسبانيا والدانمرك ونيوزيلندا)؛ مِمَّا عَزَزَ رَأْيَ هَؤُلَاءِ الْعُلَمَاءِ، بِأَنَّ هَذَا الْحَادِثَ الْكَوْنِيَّ قَدْ شَمِلَ سَطْحَ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ كُلِّهَا، وَأَدَّى إِلَى انْقِرَاضِ (75 %) مِنَ الْحَيَوَانَاتِ وَالنباتاتِ الَّتِي كَانَتْ سَائِدَةً فِي الزَّمَنِ الثَّانِي الْجِيُولُوجِي، وَفِي مُقَدِّمَتِهَا الْحَيَوَانَاتُ الضَّخْمَةُ كَالدِّينَاصُورَاتِ، وَالبليزوسور، وَالإيكتيوسور، وَغَيْرِهَا مِنَ الْحَيَوَانَاتِ الْبَحْرِيَّةِ وَالْبَرِّيَّةِ وَالْبَرْمَائِيَّةِ وَالطُّيُورِ وَالْفَصَائِلِ النَّبَاتِيَّةِ، وَأَنَّ ذَلِكَ الْانْقِرَاضَ نَتَجَ عَنِ الظُّرُوفِ الَّتِي رَافَقَتْ ذَلِكَ الْحَادِثَ الْكَوْنِيَّ الْفَرِيدَ، وَفِي مُقَدِّمَتِهَا الصَّدَمَاتُ الضَّخْمَةُ الَّتِي كَانَتْ تُحْدِثُهَا النَّيَّاكُ الْكَبِيرَةُ أُنْثَاءَ اِزْتِطَامِهَا، وَالْمُذَنَّبَاتُ أُنْثَاءَ انْفِجَارِهَا، بِالإِضَافَةِ إِلَى الْكَمِيَّاتِ الْهَائِلَةِ مِنَ الْغُبَارِ الَّذِي لَفَّ جَوَّ الْأَرْضِ، مُسَدِّلاً عَلَيْهِ سِتَاراً كَثِيفاً، مَنَعَ نُورَ الشَّمْسِ مِنَ التَّفُودِ إِلَى سَطْحِهَا، وَإِلَى مَا كَانَ عَلَيْهِ مِنْ كَائِنَاتٍ حَيَّةٍ، حَيَوَانِيَّةٍ وَنَبَاتِيَّةٍ، مِمَّا أَدَّى إِلَى تَوَقُّفِ عَمَلِيَّةِ التَّمَثِيلِ الصُّوِّيِّ بِالنَّسَبَةِ لِلنباتِ، بِالإِضَافَةِ إِلَى مَا سَبَبَهُ اخْتِجَابُ أَشَعَةِ الشَّمْسِ مِنْ نُشُوءِ عَصْرِ جَلِيدِيٍّ، قَضَى عَلَى مَا تَبَقَّى مِنَ الْكَائِنَاتِ، بِاسْتِثْنَاءِ قَلَّةٍ مِنْهَا، سَاعَدَتْهَا ظُرُوفٌ مَحَلِّيَّةٌ خَاصَّةٌ عَلَى الْاسْتِمْرَارِ فِي الْعَيْشِ، وَالتَّكْيُفِ مَعَ الْعَصْرِ الْجَلِيدِيِّ الْبَارِدِ حَتَّى انْقَشَعَ.

وَبَقَايَاهَا، وَذَلِكَ فِي مَنْطَقَةِ (غوبيو) فِي جِبَالِ (الآبنين) فِي إِيطَالِيَا. وَكَانَتْ تِلْكَ الطَّبَقَةُ تَفْصِلُ بَيْنَ طَبَقَةِ سُفْلَى تَتَأَلَّفُ مِنَ الصُّخُورِ الْكِلْسِيَّةِ، وَيَعُودُ عُمُرُهَا إِلَى (65) مِلْيُونِ سَنَةٍ، أَيْ إِلَى الْعَصْرِ (الكريتاسي) الَّذِي يُشَكِّلُ نِهَآيَةَ الزَّمَنِ الثَّانِي الْجِيُولُوجِي، وَبَيْنَ طَبَقَةِ كِلْسِيَّةٍ تَعْلُوهَا، وَتَعُودُ إِلَى الْعَصْرِ (الإيوسيني)، أَوَّلِ عَصُورِ الزَّمَنِ الثَّالِثِ الْجِيُولُوجِي.

لَقَدْ رَأَى عُلَمَاءُ الْفَضَاءِ وَالْفَلَكِ لَفْتَ أَنْظَارِ الْمَسْئُولِينَ فِي الْعَالَمِ كُلِّهِ إِلَى ضَرُورَةِ التَّعَاوُنِ فِي الْإِسْتِغْدَادِ لِمُجَابَهَةِ أخطَارِ تِلْكَ الْأَجْرَامِ السَّمَآوِيَّةِ، وَذَرَفَهَا قَبْلَ أَنْ تُسَبِّبَ كَوَارِثَ لَا يُمكنُ تَحْدِيدُ مَدَامَا.

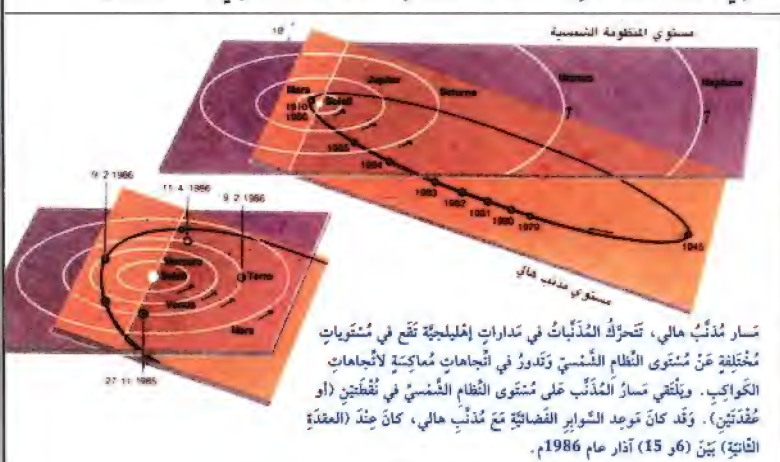


وَكَانَتْ تِلْكَ الطَّبَقَةُ الطَّبِيقَةُ الْجَافَّةُ خَالِيَةً مِنْ آيَةٍ مُسْتَحَاحَاتٍ لِلْحَيَوَانَاتِ الْبَرِّيَّةِ أَوْ الْمَائِيَّةِ، أَوْ الْفَصَائِلِ النَّبَاتِيَّةِ الَّتِي كَانَتْ تَعِيشُ فِي الزَّمَنِ الثَّانِي الْجِيُولُوجِي. كَمَا كَانَتْ خَالِيَةً مِنْ مِثْلِ تِلْكَ الْمُسْتَحَاحَاتِ الَّتِي تَعُودُ إِلَى الزَّمَنِ الثَّالِثِ الْجِيُولُوجِي. وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ مُعْظَمَ أَنْوَاعِ حَيَوَانَاتِ وَنباتاتِ (الزَّمَنِ



والمراقبة لتعمل بصورة دائمة في الفضاء، ويتوجيه من مركز المراقبة الأرضي للفضاء، على رصد ودراسة الأجرام التي توجه نحوها، وإمداد مركز المراقبة الأرضي بكل ما تحصل عليه من معلومات يطلب منها الحصول عليها.

وكانت (الولايات المتحدة) أول دولة خطت خطواتها في هذا المجال، حيث أطلقت القمر الصناعي، المسمى



(ASEA3)، باتجاه الشمس لسبر رياحها، ثم وجهته فيما بعد نحو مذنب (جياكوبيني - زينر) عندما اقترب من الأرض، حيث لاقاه في منتصف شهر تشرين الأول عام 1985م، وقدم عنه دراسة وافية، وصوراً عديدة تتعلق بشئى نواحيه؛ ثم تلا ذلك البرنامج الفضائي المعروف باسم (فيغا)، الذي اشترك فيه عدد من دول العالم، وفي طبيعتها (الاتحاد السوفيتي) و(ألمانيا الديمقراطية) و(ألمانيا الاتحادية) و(فرنسا) و(النمسا) و(بولونيا) و(تشيكوسلوفاكيا) و(هنغاريا) و(بلغاريا). وقد قام (الاتحاد السوفيتي) بإعداد المركبة وقسم كبير من تجهيزاتها، كما قامت دولتا (فرنسا) و(هنغاريا) بصنع أجهزة التلغزة المحمولة بالمركبة، والتي أعدت بحيث تستطيع التقاط الصور الدقيقة للأجرام، وهي على بعد (10) آلاف كيلومتر منها، وبمعدل صورة لكل مسافة (200)م تقترب فيها المركبة من أي جرم، لبنائها، بعد

من أجل هذا كله، أهابت الهيئات العلمية بالمسؤولين في دول العالم أن يتعاونوا لدفع أخطار الأجرام الكويبية عن كرتنا الأرضية، عن طريق إجراء مراقبة دقيقة لها ولتحركاتها في الفضاء، ولدق أجراس الخطر قبل وقوع أية كارثة، مما حدث قبلاً على سطح الأرض، ولاتخاذ الإجراءات المناسبة التي تضمن إبعاد شبح ذلك الخطر في الوقت المناسب.

وأول استجابة لصيحة هؤلاء العلماء، جاءت من (المجلس الاستشاري للإدارة الوطنية للملاحة والفضاء) في الولايات المتحدة، المعروف اختصاراً باسم (ناسا).

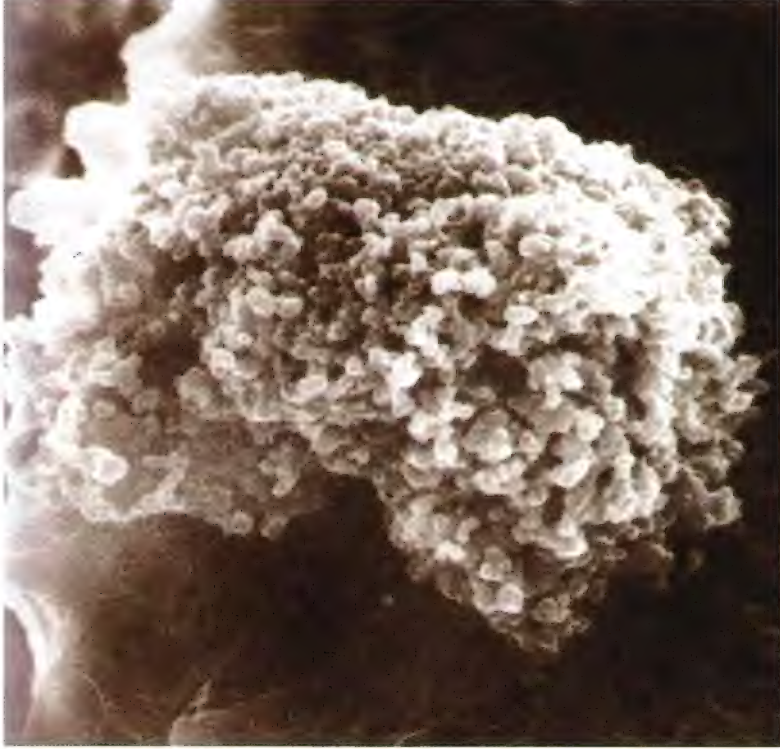
وقد تقدم هذا المجلس ببرنامج يتضمن رصدًا مستمرًا للكويكبات والمذنبات ذات الحجم الضخم، والتي يزيد طول قطرها الكبير على (10) كم، مهما كان بعدها عن سطح الأرض، حتى ولو كان احتمال اصطدامها بـ سطح الأرض، أو انفجارها قرب ذلك السطح، غير متوقع في المنظور القريب، أو البعيد.

وقد نشرت تفاصيل هذا البرنامج في مجلة (ساينس ترينذر) الأميركية، ويتضمن: (إنه في حال توقع حدوث اصطدام نيزك بـ سطح الأرض، أو توقع اتجاه مذنب للانفجار قرب ذلك السطح، تقوم الدول المتعاونة فيما بينها، في هذا المجال، بإرسال قنبلة ذرية لملاقاة ذلك الجرم، بوساطة سفينة فضائية موجهة من قبل مركز المراقبة الأرضي للسفن الفضائية، حيث يتم تفجير القنبلة المحمولة على بعد معين من الجرم المستهدف، وبذلك يضطر إلى تغيير خط سيره ومداره، حيث يدخل في مدار جديد يبعده عن الأرض مسافات شاسعة، تقي الأرض من الالتقاء به، حتى بعد مئات ألوف السنين، أو حتى إلى الأبد).

ولكي تكون المراقبة مستمرة ودقيقة، وجه الاقتراح النظر إلى وجوب إرسال مركبات فضائية مجهزة بكل وسائل الفحص



الإصطدام، وذلك عند عبور المركبة للأجواء الغبارية الغازية وهي في طريقها إلى الأجرام الكونية.



تُبين هذه الصورة جسيم (براونلي) Brownlee particle، وهو جسيم وجد في جو الأرض، وقد يكون منشؤه الغبار الذي تقذفه المذنبات إلى الفضاء المشتت بين الكواكب. ويتطابق تركيب جسيمات براونلي مع تركيب المركبة الحجرية لجسيمات الغبار المذنبية. ونهها بُنيتها غير المتراصة كثافة منخفضة جداً (قاربة غرام واحد لكل سنتيمتر مكعب) على الرغم من تركيبها الحجري.

ومن الجهات العلمية التي استجابت لنداء (المجلس الاستشاري للإدارة الوطنية للملاحة والفضاء) الوكالة الأوروبية المعروفة باسم (وكالة الفضاء الأوروبية)، واسمها المختصر هو (إيسا). فقد قامت بصنع المركبة الفضائية (جيو تو) التي اخترقت مذنب (هالي)، ولعبت دوراً كبيراً في الكشف عن أسرارها التي جاءت مطابقة لما انتهى إليه الكشف الذي قامت به المركبتان الفضائيتان (فيغا - 1) و(فيغا - 2) عن طبيعة ذلك المذنب وتركيبه.

ذلك، باتجاه (مركز المراقبة الأرضي).

وقد ألحق بتلك الأجهزة جهاز خاص يقوم بتحليل الصور بعد دراستها، وبيث النتائج التي يتم التوصل إليها، هذا بالإضافة إلى حجرة مراقبة ومرشحات للضوء ومطياف لتحليل الإشعاعات، تم تزويد المركبة بها أيضاً.

وتعاون (الاتحاد السوفيتي) مع كل من (فرنسا) و(بلغاريا) في صنع مطياف يكشف عن التركيب الكيميائي للأجرام السماوية بواسطة التحليل الطيفي ذي المجال الواسع، حيث يشمل طيف (الأشعة المرئية) و(الأشعة غير المرئية) مثل (الأشعة فوق البنفسجية) و(الأشعة تحت الحمراء).

وقامت (ألمانيا) بصنع مطياف لتحليل الغازات، وبخاصة النوع الخامل منها.

واشترك (الاتحاد السوفيتي) مع (ألمانيا) في صنع مطياف محصن بغلاف صلب مقاوم للصدمات التي تسببها جزئيات الغبار الكوني، ومهمة هذا المطياف تنحصر في تقدير كتل تلك الجزئيات الغبارية، والتوصل إلى معرفة تركيبها الذري.

وقامت (فرنسا) بصنع جهاز مطياف خاص بالأشعة تحت الحمراء، لقيس مقدار الحرارة على سطوح الأجرام، وليقوم بتحليل التركيب الكيميائي لها.

كما قدمت (النمسا) جهازاً لقياس المغناطيسية، يكشف عن مجال الحقول المغناطيسية في الأجرام السماوية، وعن مقدار شدتها.

واشترك (الاتحاد السوفيتي) مع كل من (فرنسا) و(بولونيا) و(تشيكوسلوفاكيا) بالكشف عن الذرات المتأينة في الأجرام الفضائية.

وقام (الاتحاد السوفيتي) بصنع جهاز كاشف لجزئيات الغبار الكوني، وتسجيل الأصوات الصادرة عن تصادمها، ومقدار ما يصطدم بالمركبة الفضائية منها، وشدة ذلك



فِي إِشْعَاعِهِ، بَعْدَ كُلِّ دَوْرَةٍ كَانَ يَقُومُ بِهَا حَوْلَ الشَّمْسِ، إِلَّا أَنَّ نِهَائِيَّتَهُ جَاءَتْ مُبَكَّرَةً أَكْثَرَ مِمَّا تَوَقَّعَ لَهَا، حِينَ اصْطَدَمَ بِالْأَرْضِ وَانْفَجَرَ صَبَاحَ يَوْمِ (30) حُزَيْرَانَ عَامَ 1908م، فِي مَنطَقَةِ (تونغوسكا) فِي سِيْبِيرِيَا الْوُسْطَى.

2. مُدَنَّبُ (بِيلا) :

وَهُوَ مُدَنَّبٌ لَمْ يُعَمَّرْ، بَعْدَ اكْتِشَافِهِ، أَكْثَرَ مِنْ (80) عَامًا، إِذْ تَمَّ اكْتِشَافُهُ فِي عَامِ 1772م. وَكَانَ يُتِمُّ دَوْرَةً وَاحِدَةً حَوْلَ الشَّمْسِ كُلَّ (6.5) سَنِينَ، وَكَانَ تَوَهُّجُهُ يَخْفُ فِي كُلِّ دَوْرَةٍ يُنْهِئُهَا حَوْلَ الشَّمْسِ عَمَّا كَانَ عَلَيْهِ فِي الدَّوْرَةِ السَّابِقَةِ. وَفِي عَامِ 1846م، لُوْحِظَ انْقِسَامُهُ إِلَى شَطْرَيْنِ كَانَا يَتَحَرَّكَانِ كَمُدَنَّبَيْنِ مُتَوَازِيَيْنِ، وَهَكَذَا ظَهَرَ مَرَّةً ثَانِيَةً فِي عَامِ 1852م، لِسُكَّانِ الْأَرْضِ، ثُمَّ غَابَا دُونَ أَنْ يَعُودَا، إِذْ كَانَا قَدْ تَمَرَّقَا وَتَحَوَّلَا إِلَى هَمَرَاتٍ مِنَ الشُّهُبِ، عَمَّتْ أوروبَّا، ثُمَّ بَلَغَتْ شَرْقَ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ.



لَا يَزَالُ عَدَدُ قَلِيلٍ مِنَ الْمُدَنَّبَاتِ يَدُو بَيْنَجْمِيًّا، إِلَّا أَنَّ ذَلِكَ نَاتِجٌ عَلَى الْأَرْجَحِ مِنْ أَخْطَاءِ طَفِيفَةٍ فِي الرِّصْدِ. وَبَيْنَمَا يَسْتَمُرُّ تَأْثِيرُ الْكَوَاكِبِ، تَعُودُ بَعْضُ الْمُدَنَّبَاتِ إِلَى سَحَابَةِ أَوْرْت، وَيَنْفَلُتُ بَعْضُهَا مِنْ نِطَاقِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، فِي حِينِ يَبْقَى الْبَاقِي مِنْ جَدِيدٍ عَلَى الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ الدَّاخِلِيَّةِ. وَتَقْنِيًّا تَنْتَاسِبُ الطَّاقَةُ الْمَدَارِيَّةُ مَعَ مَقْلُوبِ طَوْلِ نِصْفِ الْمِحْوَرِ الْأَكْبَرِ لِلْمَسَارِ، مَقْيَاسًا بِمَقْلُوبِ الْوَحْدَاتِ الْفَلَكِيَّةِ.

وَقَامَتِ (الْيَابَانُ) بِصُنْعِ قَمَرٍ صِنَاعِيٍّ، دَعَتْهُ (الْكُوكَبُ 1)، مُزَوَّدٌ بِأَجْهَرَةٍ دَقِيقَةٍ وَمُعَقَّدَةٍ لِلْكَشْفِ عَنْ شَكْلِ وَتَرْكِيبِ الْأَجْرَامِ الْفَضَائِيَّةِ، وَبِخَاصَّةِ (مُدَنَّبِ هَالِي).

وَبِنْتِجَةِ هَذَا التَّعَاوُنِ الدُّوَلِيِّ، تَوَضَّحَتْ كَثِيرٌ مِنَ الْأُمُورِ الْعِلْمِيَّةِ الْمُتَعَلِّقَةِ بِالْكَوَاكِبِ وَالْكُوكَبَاتِ وَالْمُدَنَّبَاتِ. وَمِنْ أَهَمِّ النَّتَائِجِ الَّتِي جَاءَتْ بِهَا ذَلِكَ التَّعَاوُنُ الدُّوَلِيُّ : التَّأَكُّدُ مِنْ شَكْلِ الْمُدَنَّبَاتِ، وَأَبْعَادِهَا، وَتَرْكِيبِهَا، وَأَقْسَامِهَا، وَمَقْدَارِ كَثَافَتِهَا، وَكُثْلَتِهَا، وَكَهْرَبَائِيَّتِهَا، وَالْأَشْعَةُ الصَّادِرَةُ عَنْهَا أَوِ الَّتِي تَعْكِسُهَا؛ بِالإِضَافَةِ إِلَى التَّأَكُّدِ مِنْ أَنَّ الْمُدَنَّبَاتِ إِذَا مَا هَوَتْ بِاتِّجَاهِ الْأَرْضِ، فَإِنَّهَا لَنْ تَصْطَدِمَ بِهَا كَالنِّيازِكِ، وَإِنَّمَا تَنْفَجِرُ قَبْلَ أَنْ تَمَسَّ سَطْحَ الْأَرْضِ، بِسَبَبِ قَلَّةِ كَثَافَتِهَا وَضَّالَّةِ كُثْلَتِهَا وَهَشَاشَةِ تَرْكِيبِهَا، كَمَا مَرَّ مَعَنَا، وَكَمَا أَكَّدَهُ مِنْ قَبْلِ انْفِجَارِ الْمُدَنَّبِ (إِنِكِي).

## عُمُرُ الْمُدَنَّبَاتِ

يَقِفُ الْمُدَنَّبُ فِي كُلِّ دَوْرَةٍ يُتِمُّهَا حَوْلَ الشَّمْسِ جُزْءًا مِنْ مُرَكَّبَاتِهِ، بِفِعْلِ ضَغْطِ الرِّيحِ الشَّمْسِيَّةِ عَلَى تِلْكَ الْمُرَكَّبَاتِ الْغَازِيَّةِ الْغُبَارِيَّةِ، كُلَّمَا اقْتَرَبَ مِنَ الشَّمْسِ. وَهَذَا يَعْنِي أَنَّهُ كُلَّمَا كَانَتْ دَوْرَةُ الْمُدَنَّبِ تَتِمُّ فِي مُدَّةٍ أَقْصَرَ حَوْلَ الشَّمْسِ كَانَ عُمُرُ ذَلِكَ الْمُدَنَّبِ أَقَلَّ مِنْ غَيْرِهِ، وَبِخَاصَّةٍ إِنْ كَانَ مِمَّا يَقْتَرِبُ مِنَ الشَّمْسِ كَثِيرًا عِنْدَمَا يَبْلُغُ نَقْطَةَ الْحَضِيضِ عَلَى مَدَارِهِ.

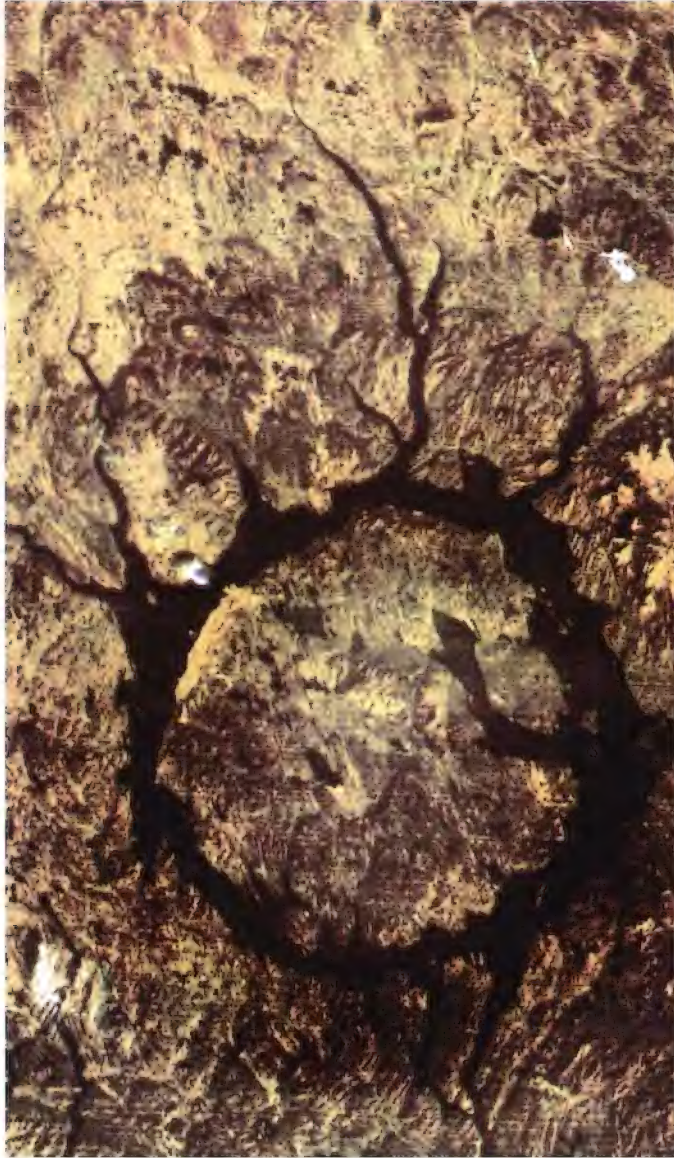
وَمِنْ الْمُدَنَّبَاتِ ذَاتِ الْعُمُرِ الْقَصِيرِ :

1. مُدَنَّبُ (إِنِكِي) :

وَهُوَ مُدَنَّبٌ تَمَّ الْكَشْفُ عَنْهُ عَامَ 1786م. وَكَانَ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ قَدْ تَوَقَّعُوا بِأَنَّ نِهَائِيَّتَهُ سَتَكُونُ فِي عَامِ 2000م. وَالسَّبَبُ فِي ذَلِكَ، صِغَرُ حَجْمِهِ، وَقِصَرُ مُدَّةِ دَوْرَتِهِ حَوْلَ الشَّمْسِ، وَقُرْبُهُ أَكْثَرَ مِنْ غَيْرِهِ إِلَيْهَا عِنْدَ بُلُوغِهِ نَقْطَةَ الْحَضِيضِ عَلَى مَدَارِهِ. وَلِأَنَّ الْمُرَاقَبَةَ الْمُسْتَمِرَّةَ لَهُ كَشَفَتْ عَنْ خُفُوتِ مُسْتَمِرِّ



سِتَاراً مِنْ نَارٍ وَوَهَجٍ يَمْلَأُ مَا بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ، يَفْعَلِ  
اِحْتِكَاهِمَا الشَّدِيدِ بِذَلِكَ الْغِلَافِ .



فوهة بحيرة (مانيكواغان) في مقاطعة كيبيك في كندا، أحدثها اصطدام مُذنب  
بصخر الأساس منذ 212 مليون سنة.

أَمَّا الرَّأْسُ الَّذِي يَكُونُ حَجْمُهُ عِنْدَ دُخُولِهِ الْغِلَافِ الْغَازِيَّ  
بِحَجْمِ جَبَلٍ كَبِيرٍ أَوْ صَغِيرٍ، إِذْ يَتَرَاوَحُ قَطْرُهُ الْكَبِيرُ بَيْنَ (5 -  
30) كم ، وَقَطْرُهُ الصَّغِيرُ بَيْنَ (3 - 20) كم، فَإِنَّهُ لَا يَلْبَثُ أَنْ  
يَتَبَخَّرَ قِسْمٌ مِنْهُ هُوَ الْآخَرُ، بَيْنَمَا يَظَلُّ الْقِسْمُ الْبَاقِي مِنْهُ مُنْدَفِعاً  
بِاتِّجَاهِ سَطْحِ الْأَرْضِ، دَافِعاً أَمَامَهُ الْغَازَاتِ الَّتِي يُوَاجِهُهَا، حَتَّى

أَمَّا الْمُذْنَبَاتُ الَّتِي يَكُونُ مَدَارُهَا طَوِيلًا، وَتَظَلُّ أَثْنَاءَ  
دَوْرَانِهَا حَوْلَ الشَّمْسِ بَعِيدَةً عَنْهَا، فَإِنَّهَا تُعْمُرُ أُلُوفَ أَوْ مِثَاثِ  
أُلُوفٍ أَوْ مِثَاثِينَ السِّنِينَ . وَمِمَّا يُسَاعِدُهَا عَلَى ذَلِكَ ، تَوَغُّلُهَا  
فِي الْفَضَاءِ الْخَارِجِيِّ لِمَسَافَاتٍ بَعِيدَةٍ، تَسْتَطِيعُ خِلَالَهَا أَنْ  
تَلْفَ حَوْلَهَا مِنَ الْغَازَاتِ وَالْغُبَارِ مَا يَعْوِضُ مَا تَفْقِدُهُ مِنْهُمَا فِي  
كُلِّ دَوْرَةٍ تُتِمُّهَا حَوْلَ الشَّمْسِ .

### انْفِجَارُ وَتَفْجِيرُ الْمُذْنَبَاتِ

عِنْدَمَا تَقُومُ الْمُذْنَبَاتُ بِدَوْرَتِهَا حَوْلَ الشَّمْسِ، يَتَّخِذُ  
مَدَارُهَا طَرِيقًا بَيْنَ مَدَارَاتِ الْكَوَاكِبِ، وَمِنْهَا الْأَرْضُ، مَرَّتَيْنِ :  
الْأُولَى عِنْدَ اتِّجَاهِ الْمُذْنَبِ لِلْإِتِّفَافِ حَوْلَ الشَّمْسِ، وَالثَّانِيَّةُ  
عِنْدَ عَوْدَتِهِ إِلَى الْفَضَاءِ الْخَارِجِيِّ .

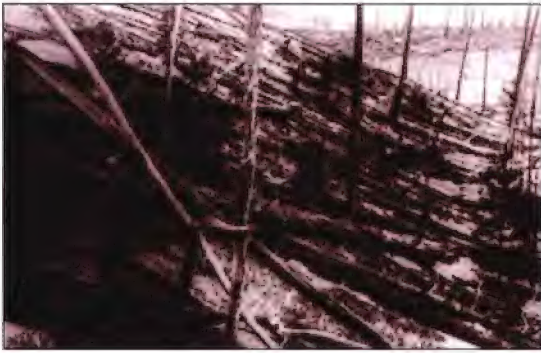
وَإِذَا مَا صَادَفَ أَنْ مَرَّتِ الْأَرْضُ، أَوْ أَيُّ كَوْكَبٍ آخَرَ  
مِنْ كَوَاكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، بِإِحْدَى نَقْطَتَيِ التَّقَاطُعِ  
هَاتَيْنِ، أَثْنَاءَ مُرُورِ الْمُذْنَبِ مِنْهَا، فَإِنَّ اصْطِدَامَهُ بِالْأَرْضِ،  
أَوْ بِالْكَوْكَبِ الَّذِي يَلَاقِيهِ، أَمْرٌ مَحْتَوَمٌ، يُؤَدِّي إِلَى انْفِجَارِ  
الْمُذْنَبِ مُخَلِّفًا وَرَاءَهُ كَارِثَةً وَاسِعَةً الْأَبْعَادِ، وَبِخَاصَّةٍ عَلَى  
سَطْحِ الْأَرْضِ الْمَعْمُورِ بِالْبَشَرِ .

وَالسُّؤَالُ الْآنَ : لِمَاذَا يَنْفَجِرُ الْمُذْنَبُ قُبَيْلَ ارْتِطَامِهِ  
بِالْأَرْضِ، عَلَى خِلَافِ مَا يَحْدُثُ لِلنِّيازِكِ الَّتِي تَصْدُمُ سَطْحَ  
الْأَرْضِ مُخَلِّفَةً فِيهَا الْحُفَرَ الَّتِي دَعَوْنَاهَا (جِرَاحُ النَّيَازِكِ)؟

إِنَّ سِرَّ ذَلِكَ كَامِنٌ فِي بُنْيَةِ الْمُذْنَبِ الَّتِي تَخْتَلِفُ كَثِيرًا  
عَنْ بُنْيَةِ النَّيَزِكِ . فَالْمُذْنَبُ، كَمَا رَأَيْنَا، ذُو رَأْسٍ هَشٍّ، تَشْغُلُ  
الْفَرَاعَاتُ مُعْظَمَهُ، وَمَا تَبَقَّى مِنْهُ لَا يَعْدُو ذَرَّاتٍ مِنْ غُبَارٍ  
كُوْنِيٍّ وَغَازَاتٍ وَبُخَارٍ مَاءٍ، لَذَا فَإِنَّهُ حِينَ يَسْقُطُ بِاتِّجَاهِ سَطْحِ  
الْأَرْضِ، وَبِسُرْعَةٍ نَتْرَاوَحُ بَيْنَ (30 - 40) كم فِي الثَّانِيَةِ،  
عَاطِرًا غِلَافَهَا الْغَازِيَّ، يَتَبَخَّرُ الْقِسْمُ الْأَكْبَرُ مِنْ عِبَائَتِهِ وَذَيْلُهُ  
فِي الْبِدَايَةِ، ثُمَّ لَا يَلْبَثُ أَنْ يَتَحَوَّلَ مَا بَقِيَ مِنْهُمَا إِلَى مَا يُشْبِهُ



فَدَوَّى صَوْتُ كَهْرِيمِ الرَّعْدِ الْمُرفَقِ بِفَرْقَةِ الصَّوَاعِقِ ، ثُمَّ رَأَى  
النَّاسُ أَنْفُسَهُمْ يُقَذَّفُونَ مِنْ أَمَاكِنِهِمْ لِيُلْقَوْا أَرْضاً وَقَدْ لَفَحَتْهُمْ  
رِيَّاحٌ كَادَتْ تَحْرِقُ جُلُودَهُمْ ، وَتَنَاثَرَتْ فَوْقَهُمْ مَقْدُوفَاتٌ مِنَ  
الْأُتْرَبَةِ وَمِنْ شَطَايَا الْحِجَارَةِ الْمُتَفَتِّتَةِ الَّتِي أَخَذَتْ تَسَاقُطَ عَلَى  
التَّوَالِي مِنَ الْجَوِّ ، وَبَلَغَتْ مَسَامِعَهُمْ أَصْوَاتُ تَحَطُّمِ أَشْجَارِ  
الْغَابَةِ وَأَصْوَاتُ الْحَيَوَانَاتِ الَّتِي أَخَذَتْ تَعْدُو بِلاَ وَعْيٍ ، وَفِي  
كُلِّ اتِّجَاهٍ .



الإنفجار الكبير الذي خلفه المذنب في غابات تونغوسكا.

وَعِنْدَمَا أَفَاقَ النَّاسُ مِنْ هَوْلِ الصَّدْمَةِ ، وَجَدُوا أَنَّ أَكْثَرَ  
سُقُوفِ الْبُيُوتِ وَوَاجِهَاتِهَا الْمُتَّجِهَةِ نَحْوَ الْجَنُوبِ قَدْ تَطَايَرَتْ  
وَتَحَطَّمَتْ ، كَمَا رَأَوْا النَّارَ تَشُبُّ فِي عِدَّةِ أَقْسَامٍ مِنَ الْغَابَةِ  
الَّتِي تَحَوَّلَتْ أَشْجَارُهَا إِلَى عُمُدٍ مُمَدَّدةٍ بِاتِّجَاهٍ وَاحِدٍ ، هُوَ  
الْإِتِّجَاهُ الْجَنُوبِيُّ الشَّمَالِيُّ ، وَقَدْ تَحَوَّلَ قِسْمٌ مِنْهَا إِلَى فَحْمٍ ،  
كَمَا احْتَرَقَتِ الْأَغْشَابُ وَالزَّرَاعَاتُ الْقَائِمَةُ فِي الْمِنْطَقَةِ .  
وَبَعْدَ عِدَّةِ أَيَّامٍ عَلَى وُقُوعِ هَذَا الْحَادِثِ ، تَبَيَّنَ لِلنَّاسِ أَنَّ

إِذَا مَا اقْتَرَبَ كَثِيرًا مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ ، وَأَصْبَحَتْ مَوْجَةٌ الْغَارَاتِ  
الْمَضْغُوطَةِ بَيْنَهُ وَبَيْنَ سَطْحِ الْأَرْضِ أَقْوَى مِنْ أَنْ يَحْتَمِلَهَا ، انْفَجَرَ  
مُصْدِرًا دَوِيًّا هَائِلًا ، وَمَوْجَةٌ صَدْمٍ وَاسِعَةٍ الْبُعَادِ مِنَ الْهَوَاءِ السَّاحِلِ  
اللَّافِحِ ، الَّذِي يَرْتَدُّ نَحْوَ الْجِهَةِ الَّتِي قَدِمَ مِنْهَا الْمَذْنَبُ بِسُرْعَةٍ  
خَاطِفَةٍ ، وَبِعُنفٍ شَدِيدٍ ، يُؤَدِّيَانِ إِلَى قَصْفِ الْأَشْجَارِ وَاجْتِثَاتِ  
بَعْضِهَا مِنْ جُذُورِهِ ، وَإِلَى الْإِطَاحَةِ بِالسُّقُوفِ وَالْجُدْرَانِ الرَّقِيقَةِ ،  
وَإِلَى إِلْقَاءِ النَّاسِ وَالْحَيَوَانَاتِ أَرْضًا ، وَإِلَى إِحْرَاقِ الْأَغْشَابِ أَوْ  
مَوْتِهَا ، وَإِلَى إِتْلَافِ الْمَحَاصِيلِ الزَّرَاعِيَّةِ الَّتِي تُصَيَّبُهَا .

وَفِي الْمَكَانِ الَّذِي يَحْدُثُ فِيهِ انْفِجَارُ رَأْسِ الْمَذْنَبِ ، تَشَكَّلَ  
أَحْيَانًا حُفْرَةٌ وَاسِعَةٌ ، وَلَكِنَّهَا سَطْحِيَّةٌ ، نَاتِجَةٌ عَنْ اخْتِرَاقٍ وَتَنَاقُصٍ  
كَانَ فِيهَا مِنْ صَخْرٍ أَوْ أُتْرَبَةٍ أَوْ مَعَادِنٍ إِلَى مَسَافَاتٍ بَعِيدَةٍ .

وَاقْتِرَانُ الضَّغْطِ الْهَائِلِ مَعَ مَوْجَةِ الصَّدْمِ الَّتِي تَنْطَلِقُ مِنْ  
مَكَانِ الْإِنْفِجَارِ ، يُؤَدِّيَانِ إِلَى إِثَارَةِ مَوْجَةٍ كَبِيرَةٍ مِنَ الْغُبَارِ ، وَإِلَى  
تَنَاقُصِ الْحِجَارَةِ وَالرَّمَالِ وَجُذُوعِ الْأَشْجَارِ الْمُقْصُوفَةِ وَالنَّبَاتَاتِ  
الْمُقْتَلَعَةِ عَلَى مَسَاحَةٍ وَاسِعَةٍ ، كَمَا يُمَكِّنُنَا أَنْ نَجِدَ قِطْعًا صَغِيرَةً  
مِنَ الْمَاسِ ، مُنْتَثِرَةً لِمَسَافَةٍ كَبِيرَةٍ فِي مِثْلَةِ الْإِنْفِجَارِ ، نَاتِجَةٌ  
عَنِ الْفُحْمِ الْمَوْجُودِ فِي تَرْكِبِ الْمَذْنَبِ ، وَالَّذِي يَتَحَوَّلُ إِلَى  
مَاسٍ بِفِعْلِ الضَّغْطِ الشَّدِيدِ وَالْحَرَارَةِ الْمُرتَفِعَةِ اللَّتَيْنِ يَتَعَرَّضُ  
لَهُمَا لَحْظَةُ الْإِنْفِجَارِ .

### انْفِجَارُ مُذْنَبِ (تونغوسكا)

فِي صَبَاحِ يَوْمِ (30) حُزَيْرَانَ مِنْ عَامِ 1908م ، وَفِي قَلْبِ

الْهَضْبَةِ السَّيْبِيرِيَّةِ فِي حَوْضِ نَهْرِ (تونغوسكا) ، أَحَدِ  
رَوَافِدِ نَهْرِ (الينيسي) فِي وَسْطِ الْقِسْمِ الْأَسْيَوِيِّ مِنَ  
(الْإِتِّحَادِ الشُّوْفِيَّةِ) ، رَأَى النَّاسُ كُرَةً نَارٍ ضَخْمَةً تَهْوِي  
بِاتِّجَاهِ الْأَرْضِ ، وَمِنْ خَلْفِهَا بِاتِّجَاهِ الشَّمَالِ ، كَانَتْ  
هُنَاكَ سِتَارَةٌ مِنْ لَهَبٍ مَلَأَتْ مَا بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ ،  
ثُمَّ لَمْ تَلْبَثْ أَنْ اصْطَدَمَتْ تِلْكَ الْكُرَةُ النَّارِيَّةُ بِالْأَرْضِ ،

لقاء المركبة ديب-إمباكت بالمذنب مبل-1

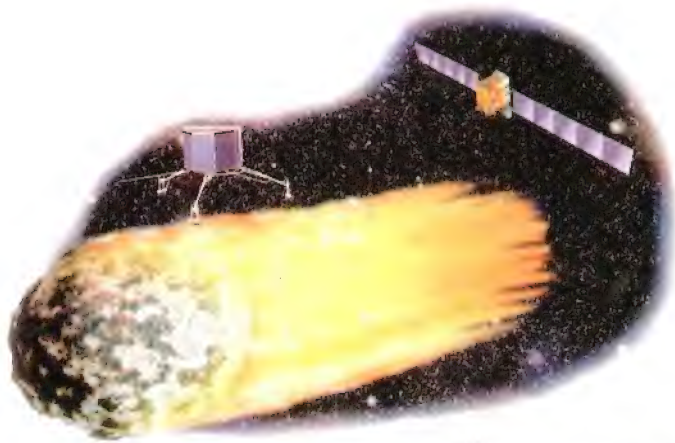




تَجَرُّ الشُّذَّابَات



لِتَقْصِي حَقِيقَةَ مَا حَدَثَ ، وَذَلِكَ فِي رَبِيعِ عَامِ 1930 م .  
وَعِنْدَمَا بَلَغَتْ تِلْكَ اللَّجَنَةُ مَنَاطِقَهُ (تُونُغُوسْكَا) ، كَانَ أَوَّلَ عَمَلٍ قَامَتْ بِهِ ، الْإِتِّصَالُ مَعَ عَدَدٍ مِنْ سُكَّانِ تِلْكَ الْمَنَاطِقَةِ ، الَّذِينَ عَاشُوا الْحَادِثَةَ ، وَتَأَثَّرُوا بِهَا . وَجَاءَ فِي حَدِيثِ أَوَّلِ وَاحِدٍ مِنْ هَؤُلَاءِ الْأَشْخَاصِ : إِنَّهُ فِي صَبَاحِ يَوْمِ الْحَادِثَةِ ، كَانَ لَا يَزَالُ يَغُطُّ فِي نَوْمِهِ ، حِينَ شَعَرَ فَجْأَةً بِأَنَّهُ يُقَذَّفُ خَارِجَ خَيْمَتِهِ ، كَمَا قُذِفَ كُلُّ شَيْءٍ كَانَ مَعَهُ فِيهَا ، كَمَا قُذِفَ بَقِيَّةُ جَوَارِهِ مِنْ خِيَامِهِمْ مَعَ أَمْتَعَتِهِمْ . وَلَمَّا صَحَا مِنْ هَوْلِ مَا حَدَثَ ، وَجَدَ أَنَّ رَفِيقَتِهِ (أَكُولِينَا) وَ(إِفَان) قَدْ فَقَدَا وَعَيْهُمَا . وَعِنْدَمَا صَحَا الْجَمِيعُ ، كَانُوا لَا يَزَالُونَ يَسْمَعُونَ ضَجَّةً عَالِيَةً ، وَرَأَوْا أَنَّ النَّارَ قَدْ أَتَتْ عَلَى قِسْمٍ كَبِيرٍ مِنَ الْغَابَةِ .



لِقَاءُ السَّابِرِ رُوزِيَّتَا مَعَ الْمُذَنَّبِ وَبِرْتَانِينَ عَامِ 2012 م ، وَذَلِكَ قَبْلَ أَنْ يَرُصَّهُ الْآخَرُونَ .

مَا مِسَاحَتُهُ (5000) كَمِ 2 مِنَ الْغَابَةِ السَّيْبِرِيَّةِ ، الْوَاقِعَةِ إِلَى الشَّمَالِ مِنْ مَكَانِ سُقُوطِ الْكَرَةِ النَّارِيَّةِ ، قَدْ تَحَوَّلَ إِلَى أَرْضِ جَزْدَاءَ ، مُغَطَّاةٍ بِجُذُوعِ الْأَشْجَارِ الْمُحْتَرِقَةِ أَوْ الْمُتَفَحِّمَةِ ، وَأَنَّ بَعْضَ الْجُذُوعِ قَدْ نَقَلَهَا الضُّغْطُ الَّذِي أَحْدَثَ الْإِنْفِجَارَ إِلَى مَسَافَةٍ (70) كَمِ .

وَبَعْدَ فِتْرَةٍ مِنَ الزَّمَنِ ، بَلَغَ مَسَامِعُ النَّاسِ أَنَّ الْمَوْجَةَ ، الَّتِي نَتَجَتْ عَنِ الصَّدْمِ الَّذِي سَبَّبَهَا سُقُوطُ الْكَرَةِ النَّارِيَّةِ ، قَدْ أَثَّرَتْ فِي مَنَاطِقَةٍ بَلَغَ قُطْرُهَا (40) كَمِ ، وَأَنَّ مَوْجَةَ الصَّدْمِ تِلْكَ قَدْ دَارَتْ مَرَّتَيْنِ حَوْلَ الْكَرَةِ الْأَرْضِيَّةِ ، وَأَنَّ رِيَّاحَ (سَيْبِيرِيَا الشَّرْقِيَّةِ) نَقَلَتْ مَعَهَا كِمِّيَّاتٍ مِنَ الْغُبَارِ النَّاعِمِ الَّذِي ارْتَفَعَ فِي الْجَوِّ إِلَى أُرُوبَا الْغَرْبِيَّةِ ، وَأَنَّهُ عِنْدَمَا بَلَغَ مَدِينَةَ (لندن) ، سَبَبَ تَشَتُّتًا فِي نُورِ مَصَابِيحِ الشُّوَارِعِ وَلَاقِتَاتِ الْمَحَلَّاتِ التَّجَارِيَّةِ ، سَاعَدَ النَّاسَ عَلَى قِرَاءَةِ الصُّحُفِ لَيْلًا فِي جَمِيعِ أَنْحَاءِ الْمَدِينَةِ ، وَأَنَّ بَعْتَرَةَ الضُّوءِ تِلْكَ ، قَدْ دَامَتْ لَيْلَتَيْنِ . وَسَادَ الْإِعْتِقَادُ بِوَمَهِهَا لَدَى الْجِهَاتِ الرَّسْمِيَّةِ ، وَلَدَى النَّاسِ ، أَنَّ نَيْزَكَأَ هَائِلَ الْحَجْمِ انْفَجَرَ قُبَيْلَ بُلُوغِهِ سَطْحِ الْأَرْضِ ، فَأُخِذَتْ مَا أُخِذَتْ .

وَظَلَّ النَّاسُ فِي (رُوسِيَا) ، وَفِي غَيْرِهَا مِنَ الدُّوَلِ ، يَعْتَقِدُونَ ذَلِكَ ، حَتَّى قَامَتْ حُكُومَةُ (الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيِّ) بِإِرْسَالِ بَعْثَةٍ عِلْمِيَّةٍ إِلَى مَكَانِ الْحَادِثِ بِرِئَاسَةِ الْعَالِمِ الْجِيُولُوجِيِّ (كُولِيك)



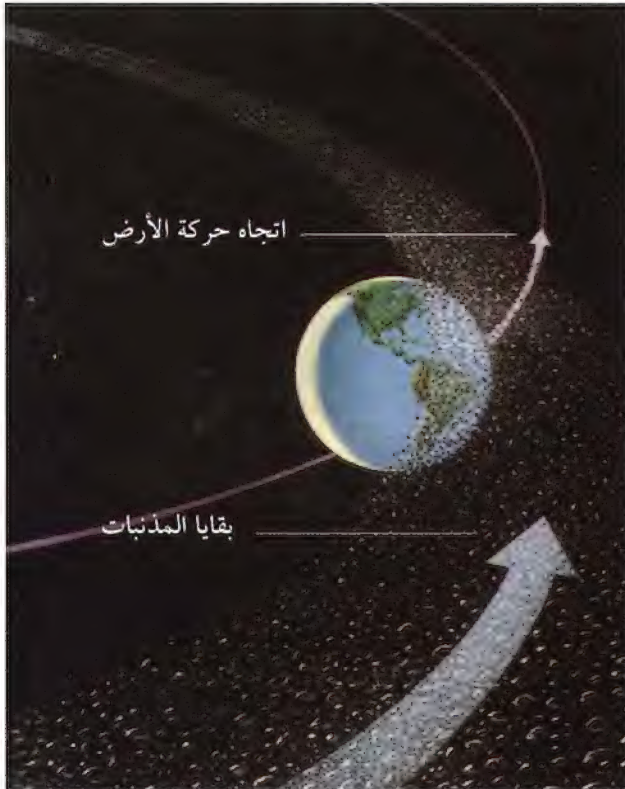
## الشُّهُبُ

## Metros



الْمَاءِ الْمُتَجَمِّدِ الَّذِي يُغْلَفُ تِلْكَ الْأَجْرَامَ كُلَّهَا. وَيَتَرَاوَحُ حَجْمُ الشُّهُابِ بَيْنَ (0.5) سَم وَبَيْنَ عِدَّةِ سَنِيْمَتَرَاتٍ. وَلَا يُدْعَى ذَلِكَ الْجُرْمُ شُهَابًا إِلَّا بَعْدَ أَنْ يَدْخُلَ الْغِلَافَ الْغَازِيَّ الْأَرْضِيَّ وَيَحْتَرِقَ فِيهِ بِكَامِلِهِ، سَاحِبًا وَرَاءَهُ خَطًّا مِنَ النُّورِ الْوَهَّاجِ، وَمُخْلَفًا بَعْدَهُ فِي الْجَوِّ رَمَادًا دَقِيقًا، بَعْضُهُ يَهْبِطُ بِطُءٍ نَحْوَ سَطْحِ الْأَرْضِ، وَبَعْضُهُ يَظُلُّ مُعَلَّقًا لِفَتْرَةٍ فِي الْفَضَاءِ مَعَ بَقِيَّةِ الْجَزَيْئَاتِ الدَّقِيقَةِ السَّابِحَةِ فِيهِ، ثُمَّ لَا يَلْبِثُ أَنْ يَهْبِطَ هُوَ الْآخِرُ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ كَغُبَارٍ دَقِيقٍ، أَوْ مَعَ قَطَرَاتِ الْمَطَرِ، مُؤَلِّفًا النَّوَى الدَّقِيقَةَ الَّتِي يَتَكَثَّفُ حَوْلَهَا بُخَارُ الْمَاءِ فِي الْجَوِّ، لِيَتَحَوَّلَ إِلَى قَطَرَاتٍ. وَيَدُومُ شَرِبُطُ النُّورِ الَّذِي يَتْرُكُهُ الشُّهُابُ خَلْفَهُ مُدَّةَ ثَانِيَةٍ أَوْ عِدَّةِ ثَوَانٍ، وَذَلِكَ حَسَبَ حَجْمِ الشُّهُابِ وَمَدَى صَلَابَةِ جُرْمِهِ وَتَسَارُعِهِ.

وَيَسْتَطِيعُ الْإِنْسَانُ، الَّذِي يُرَاقِبُ السَّمَاءَ لَيْلًا بِاسْتِمْرَارٍ، أَنْ يُشَاهِدَ حَوَالِي (5) شُهَبٍ فِي السَّاعَةِ الْوَاحِدَةِ فِي أَجْوَاءِ الْمُدُنِ، حَيْثُ يَمْنَعُ انْعِكَاسُ أَنْوَارِهَا فِي الْهَوَاءِ مِنْ رُؤْيَةِ الشُّهُبِ سَرِيعَةِ الْإِحْتِرَاقِ، أَمَّا الْمُرَاقِبُ الْقَائِمُ فِي مِثْلِهَا

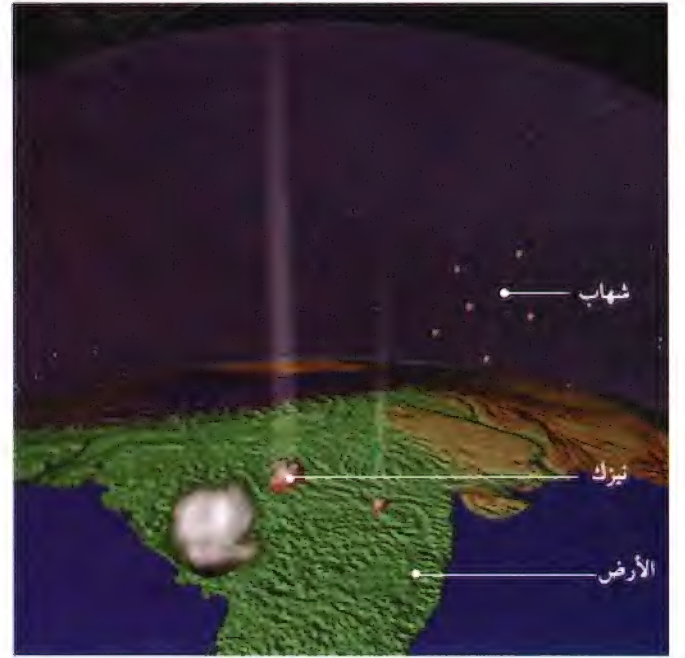


مُعْظَمُ الشُّهُبِ يَتَأَلَّفُ مِنْ أَجْرَامٍ صُلْبَةٍ صَغِيرَةٍ الْحَجْمِ، بَعْضُهَا ذَاتُ تَرَكِيبٍ مَعْدِنِيٍّ يُغْلَبُ عَلَيْهِ الْحَدِيدُ، وَبَعْضُهَا الْآخَرُ صَخْرِيٌّ مَعْدِنِيٌّ، وَكُلُّهَا نَاتِجَةٌ عَنْ فُتَاتِ الْكُوكَبَاتِ وَالنَّيَازِكِ. وَأَقْلَلُهَا مُؤَلَّفٌ مِنْ أَجْرَامٍ هَشَّةٍ نَسِيئًا، وَصَغِيرَةٍ الْحَجْمِ، تَتْرُكُهَا الْمَذْنَبَاتُ خَلْفَهَا فَوْقَ الْمِنْطَقَتَيْنِ اللَّتَيْنِ يَتَقَاطِعُ فِيهِمَا مَدَارُهَا مَعَ مَدَارِ الْكَرَةِ الْأَرْضِيَّةِ، وَذَلِكَ بَعْدَ قِيَامِ تِلْكَ الْمَذْنَبَاتِ بِدَوْرَتِهَا حَوْلَ الشَّمْسِ. وَيَكُونُ تَرْكِيبُهَا مِنْ ذَرَّاتِ الْفَحْمِ وَالْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ وَبَعْضِ الْغَازَاتِ الْمُتَجَمِّدَةِ، وَمِنْ بُخَارِ



يَسُودُهَا الظَّلَامُ، فَيُمْكِنُ أَنْ يَرَى مِنَ الشُّهُبِ أَكْثَرَ بِكَثِيرٍ مِمَّا يَرَاهُ قَاطِنُ الْمَدِينَةِ، عَلِمًا بِأَنَّ عَدَدَ الشُّهُبِ الَّتِي تَدْخُلُ جَوَّ الْأَرْضِ سَنَوِيًّا لَا يَقِلُّ عَنْ (20) مِليُونِ شُهَابٍ، يَحُولُ نُورُ الشَّمْسِ دُونَ رُؤْيَا مَا يَسْقُطُ مِنْهَا نَهَارًا.

كَمَا يُلَاحِظُ أَنَّ الشُّهُبَ الَّتِي تُرَى فِي أَوَّلِ اللَّيْلِ تَكُونُ



أَقَلَّ عَدَدًا مِنَ الشُّهُبِ الَّتِي تُرَى فِيمَا بَيْنَ السَّاعَةِ (3 - 5) صَبَاحًا. وَقَدْ عَزَا الْعُلَمَاءُ ذَلِكَ إِلَى أَنَّ الْأَرْضَ تَكُونُ بَعْدَ السَّاعَةِ الثَّانِيَةِ عَشْرَةَ لَيْلًا مُوَاجِهَةً لِلْمِنْطَقَةِ السَّمَاوِيَّةِ الَّتِي تَحْفُلُ بِالشُّهُبِ أَكْثَرَ مِنْ غَيْرِهَا.

كَمَا يَخْتَلِفُ عَدَدُ الشُّهُبِ الَّتِي تَدْخُلُ جَوَّ الْأَرْضِ بِاخْتِلَافِ الْفُصُولِ وَالْأَشْهُرِ، فَفِي فَصْلَي الصَّيْفِ وَالْخَرِيفِ، وَبِخَاصَّةٍ فِي الْأَشْهُرِ الْخَمْسَةِ التَّالِيَةِ (تَمُوز - آب - أيلول - تشرين الأول - تشرين الثاني) يَتَزَايَدُ عَدَدُ الشُّهُبِ الْمُتَهَاوِيَةِ فِي السَّمَاءِ.

وَالسَّبَبُ فِي ذَلِكَ قَائِمٌ فِي أَنَّ الْأَرْضَ تَكُونُ قَدْ دَخَلَتْ خِلَالَ تِلْكَ الْأَشْهُرِ الْمِنْطَقَةَ الَّتِي تَحْلِفُ فِيهَا (الْمُدْنَبَاتُ) قِسْمًا مِنَ الْمَادَّةِ الْمُؤَلَّفَةِ لِأَذْنَابِهَا أَثْنَاءَ دَوْرَانِهَا حَوْلَ الشَّمْسِ، تِلْكَ الْمَادَّةُ الَّتِي تَظَلُّ سِنِينَ طَوِيلَةً مُعَلَّقَةً فِي الْجَوِّ قَبْلَ أَنْ تَحْتَرِقَ

بِكَامِلِهَا، أَوْ يَبْلُغَ مَا اسْتَدَقَّ مِنْهَا سَطْحَ الْأَرْضِ كَغَبَارٍ نِيزَكِيٍّ. وَقَدْ قُدِّرَتْ سُرْعَةُ الشُّهُابِ قَبْلَ دُخُولِهِ جَوَّ الْأَرْضِ بِحَوَالِي (11) كَم فِي الثَّانِيَةِ؛ وَبَعْدَ دُخُولِهِ ذَلِكَ الْجَوِّ، يَزْدَادُ تَسَارُعُهُ حَتَّى يَتَرَاوَحَ بَيْنَ (50 - 72) كَم فِي الثَّانِيَةِ؛ وَهَذَا مَا يَجْعَلُ دَرَجَةَ الْحَرَارَةِ النَّاتِجَةِ عَنِ اخْتِكَائِهِ بِجَوِّ الْأَرْضِ كَافِيَةً لِاخْتِرَاقِهِ. وَمُعْظَمُ الشُّهُبِ يَبْدَأُ اخْتِرَاقَهَا وَهِيَ عَلَى ارْتِفَاعِ (120) كَم عَنْ سَطْحِ الْأَرْضِ، وَيَنْتَهِي وَهِيَ لَا تَزَالُ عَلَى ارْتِفَاعِ (70) كَم عَنْهُ.

### هَمَرَاتُ الشُّهُبِ Metro showers

يَعْدُثُ أَنَّ يَنْهَمِرَ عَدَدٌ كَبِيرٌ مِنَ الشُّهُبِ فِي الْجَوِّ، وَقَدْ يَسْتَمِرُّ ذَلِكَ فَتْرَةً تَطُولُ أَوْ تَقْصُرُ، وَيُقَدَّرُ عَدَدُ مَا يَتَهَاوَى مِنْهَا بِأَكْثَرِ مِنْ (4) آلَافِ شُهَابٍ فِي السَّاعَةِ الْوَاحِدَةِ.

وَقَبْلَ أَنْ يَعْرِفَ النَّاسُ سَبَبَ حُدُوثِ مِثْلِ تِلْكَ الْهَمَرَاتِ، فَإِنَّ رُغْبًا شَدِيدًا كَانَ يُسَيِّطِرُ عَلَيْهِمْ، إِذْ كَانُوا يَظُنُّونَ بِأَنَّ نُجُومَ السَّمَاءِ تَنْقُضُ بِاتِّجَاهِ الْأَرْضِ، وَأَنَّ فَنَاءَ الْعَالَمِ وَدَمَارَهُ قَادِمَانِ، وَأَنَّ يَوْمَ الْحِسَابِ قَدْ حَلَّ.

وَبَعْدَ دِرَاسَةِ الْعُلَمَاءِ لِهَذِهِ الظَّاهِرَةِ، تَبَيَّنَ أَنَّهَا نَاتِجَةٌ عَنْ بُلُوغِ الْأَرْضِ، عَلَى مَدَارِهَا حَوْلَ الشَّمْسِ، مِنْطَقَةً تَحْلِي فِيهَا أَحَدُ الْمُدْنَبَاتِ عَنْ جُزْءٍ مِنْ مُرَكَّبَاتِ ذَلِكَ، الَّتِي تَتَأَلَّفُ مِنْ أَجْرَامٍ صَغِيرَةٍ هَشَّةٍ، كَمَا قَدَّمْنَا، وَأَنَّ دُخُولَ تِلْكَ الْأَجْرَامِ، عَلَى التَّوَالِي، جَوَّ الْأَرْضِ، هُوَ الَّذِي يُسَبِّبُ حُدُوثَ تِلْكَ الْهَمَرَاتِ، وَعِنْدَ تَجَاوُزِ الْأَرْضِ لِتِلْكَ الْمِنْطَقَةِ، فَإِنَّ سَيْلَ تِلْكَ الشُّهُبِ الْمُتَهَاوِيَةِ لَا يَلْبَثُ أَنْ يَتَوَقَّفَ.

### تَوَقُّتُ هَمَرَاتِ الشُّهُبِ وَمُسَمِّيَاتُهَا

هُنَاكَ هَمَرَاتٌ تَتَكَرَّرُ أَكْثَرَ مِنْ مَرَّةٍ فِي الْعَامِ الْوَاحِدِ، وَسَبَبُهَا انْتِهَاءُ حَيَاةِ أَحَدِ الْمُدْنَبَاتِ، وَانْتِشَارُ مُرَكَّبَاتِهِ مِنْ



(1) هَمَرَاتُ فَصْلِي الرَّبِيعِ وَالصَّيْفِ :

اسْمُ الهمرة مَوْعِدُ حَدُوثِهَا

الدلويات (N) 21 نيسان

الدلويات (S) 5 أيار

البرشاويات 28 تموز

2 هَمَرَاتُ فَصْلِي الخريف والشتاء :

اسْمُ الهمرة مَوْعِدُ حَدُوثِهَا

الجباريات 21 تشرين الأول

الثوريات 7 تشرين الثاني

التوأميات 12 كانون الأول

الديبات 22 كانون الأول

الرباعيات 3 كانون الثاني

وهناك هَمَرَاتٌ لَا تَتَكَرَّرُ إِلَّا بَعْدَ مُضِيِّ عَدَدٍ مِنَ السِّنِينَ ،  
يَتَّفِقُ مَعَ مَوْعِدِ اقْتِرَابِ بَعْضِ الْمَذْنَبَاتِ مِنَ الشَّمْسِ أَثْنَاءَ  
دَوْرَانِهَا حَوْلَهَا ، وَتَقَاطِعِ مَدَارَاتِ تِلْكَ الْمَذْنَبَاتِ مَعَ مَدَارَاتِ  
كَوَاكِبِ الْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ ، وَمِنْهَا الْأَرْضُ ، وَمِثَالُهَا هَمَرَةُ  
(التنينيات) الَّتِي تَحْدُثُ فِي كُلِّ (13) سَنَةً مَرَّةً وَاحِدَةً ، وَهَمَرَةُ  
(هالي) الَّتِي تَحْدُثُ كُلَّ (75 - 76) سَنَةً مَرَّةً .

### أَشْهُرُ هَمَرَاتِ الشَّهْبِ

بِمَا أَنَّ اخْتِرَاقَ الْأَجْرَامِ الَّتِي تَنْتُجُ عَنْهَا الشَّهْبُ يَتِمُّ عَلَى  
ارْتِفَاعٍ مَحْدُودٍ فِي الْجَوِّ ، وَيَتَرَاوَحُ ، كَمَا بَيَّنَّا ، بَيْنَ ارْتِفَاعِ  
(120 - 75) كم ، فَإِنَّ هَمَرَةَ الشَّهْبِ لَا يَرَاهَا إِلَّا سُكَّانُ دَوْلَةٍ ،  
أَوْ عَدَدٍ مَحْدُودٍ مِنَ الدُّوَلِ ، وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ بَعْضَ الْمَنَاطِقِ مِنْ  
سَطْحِ الْأَرْضِ لَا يَرَى سُكَّانُهَا هَمَرَةَ شَهْبِيَّةً إِلَّا بَعْدَ مُرُورِ فِتْرَةٍ  
طَوِيلَةٍ أحياناً عَلَى رُؤْيَيْهِمْ لِلْهَمَرَةِ الْأُولَى .

وَأَشْهُرُ الهمراتِ الَّتِي نَقَلْتُ إِلَيْنَا أَخْبَارَ حَدُوثِهَا الْوَنَائِقُ

الْأَجْرَامِ الصَّغِيرَةِ عَلَى عِدَّةِ مَوَاقِعٍ مِنْ مَدَارِ الْأَرْضِ ، مِمَّا يُؤَدِّي  
إِلَى حَدُوثِ هَمَرَةٍ مِنَ الشَّهْبِ كُلَّمَا بَلَغَتْ الْأَرْضُ عَلَى مَدَارِهَا  
مَوْقِعاً مِنْ تِلْكَ الْمَوَاقِعِ . وَمِثَالُهَا الهمراتُ الْمُسَمَّاةُ (همرات  
السليقيات) نِسْبَةً إِلَى كَوْكَبَةِ (السليقيات) الَّتِي انْتَهَتْ حَيَاتُهُ  
قَبْلَ خُرُوجِهِ مِنْ نِطَاقِ الْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ ، فَخَلَفَ كَمِيَّةً هَائِلَةً  
مِنَ الْأَجْسَامِ الدَّقِيقَةِ الَّتِي كَانَ يَتَأَلَّفُ مِنْهَا لِتَوَاجِهَةِ مَدَارِ كَوْكَبِ  
أَوْ أَكْثَرِ فِي مَنَاطِقٍ مُخْتَلِفَةٍ مِنَ الْفَضَاءِ .



مِنَ الهمراتِ مَا يُخَيَّلُ لِلنَّاطِلِ مِنَ الْأَرْضِ ، إِلَى مَنَاطِقِ انْبِعَاثِهَا ، وَكَأَنَّهَا قَادِمَةٌ  
مِنْ كَوْكَبَةٍ نَجْمِيَّةٍ مُعَيَّنَةٍ ، لِذَا تُدْعَى بِاسْمِ تِلْكَ الْكَوْكَبَةِ . مِنْ ذَلِكَ الهمرةُ الَّتِي  
تَحْدُثُ فِي أَوَّلِ شَهْرِ (آب) مِنْ كُلِّ عَامٍ ، وَالَّتِي تَبْدُو وَكَأَنَّهَا قَادِمَةٌ مِنْ كَوْكَبَةِ  
(فرساوس) أَوْ البرشاويات ، فَتُدْعَى (همرة فرساوس) . وَكَذَلِكَ الهمرةُ الَّتِي  
تَحْدُثُ فِي آخِرِ شَهْرِ (تشرين الثاني) مِنْ كُلِّ عَامٍ ، وَالَّتِي تَبْدُو وَكَأَنَّهَا قَادِمَةٌ  
مِنْ كَوْكَبَةِ (الجبار) ، فَتُدْعَى (همرة الجبار) .

وَقَدْ اسْتَطَاعَ الْعُلَمَاءُ ، بَعْدَ عَنَاءٍ مِنَ الْبَحْثِ وَالْمُرَاقَبَةِ ،  
أَنْ يُحَدِّدُوا الْفَتَرَاتِ الَّتِي تَلْتَقِي فِيهَا الْأَرْضُ مَعَ مُخْلَفَاتِ  
الْمَذْنَبَاتِ فِي فَصْلِي الرَّبِيعِ وَالصَّيْفِ ، ثُمَّ فِي فَصْلِي الخريف  
وَالشَّتَاءِ . وَأَعْطَوْا لِكُلِّ مَوْعِدِ حَدُوثِ هَمَرَةٍ مِنْ تِلْكَ الهمراتِ  
اسْمَ الْمَذْنَبِ الَّتِي تَكُونُ مُخْلَفَاتُهُ سَبَباً فِي حَدُوثِهَا .



(3) وفي عام 1833م، حدثت همرة شغلت حيزاً كبيراً من سماء أوروبا، إذ كانت مرئية من قِبل سكان هذه القارة كلها تقريباً.

وقد أحدثت رعباً وهلعاً في نفوس الناس الذين كانوا يرون سَيْلاً لا ينقطع من الشهب وهو يتجه نحو الأرض، معتقدين بأن نجوم السماء تتهاوى، وأن العالم مُقبل على نهايته. وقد التجأت جموع غفيرة منهم إلى الكنائس، يقيمون فيها الصلوات، ضارعين إلى الله أن يحميهم، ومُستغفرين لذنوبهم. وبعد انقضاء ساعة على بدء الهمرة الشهبية هذه، انقطع سيلها، وعادت السماء إلى صفائها، وعادت معها الطمأنينة إلى قلوب الناس.



التاريخية، أو الأخبار المدونة هي:

(1) الهمرة التي حدثت في شهر شوال من عام (289) هجري، الموافق لعام (901) ميلادي في سماء بغداد، والتي فسرت بأنها دُمُوع السماء على الخليفة الذي توفي يومها.

(2) الهمرة التي حدثت عام 1832م، وكان أول من لاحظ بدايتها بعض العمال الفرنسيين الذين كانوا يقومون ببناء أساس لجسر على أحد الأنهار، وامتد عملهم فيه إلى الليل، حيث شاهدوا شهباً أخذت تنقض من السماء باتجاه الأرض وبشكل متتابع.

وقد بدا هذا المشهد بالنسبة إليهم طريفاً في بدايته، وشد إليه أنظارهم واهتمامهم. ولكن انهمار الشهب، الذي أخذ يزداد عدداً واتساعاً حتى عم السماء كلها، وأضاء الليل، جعلهم يتركون مواقعهم فرعين، واتجهوا مُسرعين إلى بلدتهم التي كان قد دبّ الهلع في نفوس سكانها، حيث لجأ قسم كبير منهم إلى الكنائس، معتقدين بأن نهاية العالم قد دنت.

ولم تمض فترة من الزمن على هذه الحال، حتى أخذت الشهب بالتناقص شيئاً فشيئاً، ثم انقطع سيلها نهائياً، فعادت الطمأنينة إلى قلوب الناس.



همرات شهب عام 1833م



عَلَيْهِ مِنْ إِنْسَانٍ وَحَيَوَانٍ وَتَبَاتٍ، لَذَا التَّجَا مُعْظَمُ النَّاسِ إِلَى  
الْكَنَائِسِ وَالْأَدِيرَةِ، يُقِيمُونَ الصَّلَوَاتِ، وَيَبْتَهِلُونَ مُسْتَغْفِرِينَ  
رَبَّهُمْ، وَقَدْ أَخَذَ الرُّعْبُ مِنْهُمْ كُلَّ مَاخِذٍ. وَقَدْ دَامَتِ الْهَمْرَةُ  
حَوَالِي (3) سَاعَاتٍ، عَادَ بَعْدَهَا إِلَى السَّمَاءِ صَفَاؤُهَا، وَإِلَى  
النُّفُوسِ هُدُوءُهَا. وَقَدْ صَرَخَ عُلَمَاءُ الْفَلَكِ، بَعْدَ ذَلِكَ،  
بِأَنَّ سَبَبَ هَذِهِ الْهَمْرَةِ الشَّدِيدَةِ، دُخُولُ مُخْلَفَاتِ الْمَذَنَّبِ  
(جياكوبيني) جَوَّ الْأَرْضِ، وَكَانَ قَدْ أَنْهَى دَوْرَهُ لَهُ فِي ذَلِكَ  
الْعَامِ حَوْلَ الشَّمْسِ.



صورة لشهاب لامع مأخوذ بواسطة آلة تصوير شميدت  
الفائقة، حيث أنها توضح مسار الشهاب أثناء سقوطه.

(4) وَفِي عَام 1872م، بَدَأَ انْهِمَارُ الشُّهُبِ فِي أوروْبَا  
الْوُسْطَى بِشَكْلِ خَفِيفٍ، ثُمَّ لَمْ يَلْبَثْ أَنْ اِزْدَادَ انْهِمَارُهَا، وَهِيَ  
تَتَحَرَّكُ بِاتِّجَاهِ الْغَرْبِ، حَتَّى قَدَّرَ عَدَدُ الشُّهُبِ الَّتِي كَانَتْ  
تَنْقُضُ فِي آنٍ وَاحِدٍ بِالْمِائَاتِ.  
وَلَمَّا بَلَغَتِ الشُّهُبُ سَمَاءَ (الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ)، كَانَتْ  
قَدْ تَضَاءَلَتْ مِنْ حَيْثُ الْعَدَدِ وَالْحَجْمِ، إِذْ كَانَتْ تَبْدُو وَكَأَنَّهَا  
رَذَاذٌ مِنْ نُورٍ يَنْدَفِعُ مِنَ السَّمَاءِ.



صورة بالألوان الزائفة لِهَمْرَةٍ مِنْ شُهَبِ الْأَسْدِيَّاتِ

(5) وَفِي الْيَوْمِ الْعَاشِرِ مِنْ شَهْرِ تَشْرِينَ الثَّانِي عَام 1900م،  
حَدَّثَتْ هَمْرَةٌ شُهَبٍ فَوْقَ قَارَةِ أوروْبَا، أَشْبَهَتْ الْهَمْرَةَ الَّتِي  
وَقَعَتْ فِي عَام 1833م، وَتَرَكَتْ فِي نُفُوسِ السُّكَّانِ الْكَثِيرِ مِنَ  
الْهَلَعِ وَالذُّعْرِ حَتَّى انْتَهَتْ.

(6) وَفِي عَام 1905م، حَدَّثَتْ هَمْرَةٌ شُهَبِيَّةٌ فِي سَمَاءِ  
فَرَنْسَا، وَكَانَتْ عَنِيفَةً، سَبَّبَتْ الْخَوْفَ وَالشَّوْطَ فِي نُفُوسِ  
السُّكَّانِ الَّذِينَ ظَلُّوا خَائِفِينَ قَلِقِينَ حَتَّى انْجَلَتْ.

(7) وَفِي عَام 1946م، حَدَّثَتْ هَمْرَةٌ شُهَبٍ فِي سَمَاءِ  
أوروْبَا الْغَرْبِيَّةِ، فَاقَتْ فِي كَثَافَةِ شُهَبِهَا، وَسُرْعَةِ تَهَاوِيهَا، كُلَّ  
الْهَمَرَاتِ السَّابِقَةِ الَّتِي عَرَفَهَا النَّاسُ هُنَاكَ، إِذْ كَانَ يَتَهَاوَى  
حَوَالِي (5) آلَافٍ شِهَابٍ مَعًا بِاتِّجَاهِ الْأَرْضِ. وَاعْتَقَدَ النَّاسُ  
يَوْمَها أَنَّهَا لَا بُدَّ أَنْ تَبْلُغَ سَطْحَ الْأَرْضِ، فَتَحْرِقَهُ وَتُدْمِرَ مَا



## النيازك

## Meteorites

أَنَّ الْكُويْكَبَاتِ هِيَ مَصْدَرُ النَّيَازِكِ وَالشُّهُبِ، أَمَّا الْمَذْنَبَاتُ فَأَجْرَامٌ مُسْتَقِلَّةٌ عَنِ الْكُويْكَبَاتِ، وَأَنَّهَا نَسَّاتٌ مِنْ مُحَلَفَاتِ السَّيِّمِ الَّذِي تَشَكَّلَتْ مِنْهُ الشَّمْسُ وَالْكَوَاكِبُ النَّابِغَةُ لَهَا، وَتَمَّازُ بِنِظَامٍ مُمَيَّزٍ عَنِ كَوَاكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، ذَلِكَ أَنَّهَا ذَاتُ مَدَارَاتٍ شَدِيدَةِ التَّفَلُّطِ مَعَ صِغَرِ حَجْمِهَا لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، وَأَنَّ بَعْضَهَا لَا يُتِمُّ دَوْرَتَهُ حَوْلَ الشَّمْسِ إِلَّا بَعْدَ (76) سَنَةٍ، كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي مَذْنَبِ (هالي)، بَيْنَمَا يُتِمُّ بَعْضُهَا الْآخِرَ دَوْرَتَهُ فِي أَقَلِّ مِنْ ذَلِكَ، حَتَّى لَا تَتَعَدَّى مُدَّةُ تِلْكَ الدَّوْرَةِ بَضْعَ سِنِينَ.

النَّيَازِكُ هِيَ أَجْرَامٌ مُؤَلَّفَةٌ مِنَ الْمَعَادِنِ، أَوْ مِنَ الصُّخُورِ، أَوْ مِنْ كِلَيْهِمَا، تَنْطَلِقُ بِاتِّجَاهِ سَطْحِ الْأَرْضِ مِنْ مِيقَاتِ الْكُويْكَبَاتِ الَّتِي تَدُورُ فِي مَدَارِهَا الْقَائِمِ بَيْنَ كَوْكَبَيْ (الْمَرِيخِ) وَ(الْمُشْتَرِي). فَمَا كَانَ مِنْهَا كَبِيرًا، حَيْثُ اسْتَطَاعَ أَنْ يَبْلُغَ سَطْحَ الْأَرْضِ، بَعْدَ اخْتِرَاقِ قِسْمٍ مِنْهُ بِسَبَبِ اخْتِكَاهِ بِجَوْ الْأَرْضِ، دُعِيَ (نَيْزَكًا). أَمَّا إِذَا مَا اخْتَرَقَ ذَلِكَ الْجُرْمُ بِكَامِلِهِ فِي الْفَضَاءِ، بِسَبَبِ صِغَرِ حَجْمِهِ، دُونَ أَنْ يَبْلُغَ سَطْحَ الْأَرْضِ، دُعِيَ (شَهَابًا).



كَانَ الْإِعْتِقَادُ السَّائِدُ - قَبْلَ أَنْ يَحِلَّ الْقَرْنُ النَّاسِعُ عَشَرَ - بِأَنَّ النُّجُومَ الْمُتَفَجِّرَةَ هِيَ مَصْدَرُ النَّيَازِكِ وَالشُّهُبِ الَّتِي تَسَاقَطَتْ وَتَسَاقُطُ عَلَى الْكَوَاكِبِ وَالْأَقْمَارِ النَّابِغَةِ لَهَا، وَمِثْلُهَا الْمَذْنَبَاتُ الَّتِي كَانَتْ تُرْهَبُ رُؤْيُهَا سُكَّانَ الْأَرْضِ، لِإِعْتِقَادِهِمْ بِأَنَّهَا كَانَتْ مَجْلِبَةً لِلْخُرُوبِ، وَسَبَبًا فِي حُدُوثِ الْكَوَارِثِ، وَانْتِشَارِ الْأُوبَةِ وَالْأَمْرَاضِ، إِلَّا أَنَّ النَّظَرَ إِلَى تِلْكَ الْأَجْرَامِ تَغَيَّرَتْ بَعْدَ اكْتِشَافِ الْكُويْكَبَاتِ، حَيْثُ تَمَّ التَّأَكُّدُ مِنْ



هُبُوطُ النَّيَازِكِ عَلَى الْأَرْضِ



رَمَاداً دَقِيقاً، وَسَاحِبَةً خَلْفَهَا ذَيْلاً طَوِيلاً مِنَ اللَّهَبِ السَّاطِعِ .  
وَعِنْدَمَا يَصِلُ مَا تَبَقِيَ مِنْهَا إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ، فَإِنَّهُ يَزْتَطِمُ  
بِهِ اِزْطَافاً شَدِيداً، مُخَلِّفاً مَكَانَ سُقُوطِهِ حُفْرَةً يَخْتَلِفُ عُمُقُهَا  
وَاتْسَاعُهَا بِاخْتِلَافِ حَجْمِ ذَلِكَ النَّيْزِكِ الَّذِي يَتَوَارَى مُعْظَمُهُ  
فِي قَاعِهَا، بَيْنَمَا تَتَطَايَرُ أَجْزَاؤُهُ الْبَاقِيَّةُ عَلَى شَكْلِ شَطَائِلَا تَتَبَعْتُهُ  
وَتَنْتَشِرُ حَوْلَ تِلْكَ الْحُفْرَةِ، وَلِمَسَافَاتٍ بَعِيدَةٍ عَنْهَا أحياناً .  
وَقَدْ دَلَّ الإِحْصَاءُ الْعِلْمِيُّ عَلَى أَنَّ أَكْثَرَ مِنْ (15) أَلْفَ نَيْزِكٍ  
يَصِلُ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ فِي كُلِّ عَامٍ، مُعْظَمُهَا ذُو حَجْمٍ صَغِيرٍ .

### تَرْكِيبُ النَّيْزِكِ

تُقَسَّمُ النَّيْزِكُ مِنْ حَيْثُ تَرْكِيبِهَا إِلَى نَوْعَيْنِ أَساسِيَّيْنِ  
هُمَا : النَّيْزِكُ الْحَدِيدِيُّ، وَالنَّيْزِكُ الصَّخْرِيُّ .

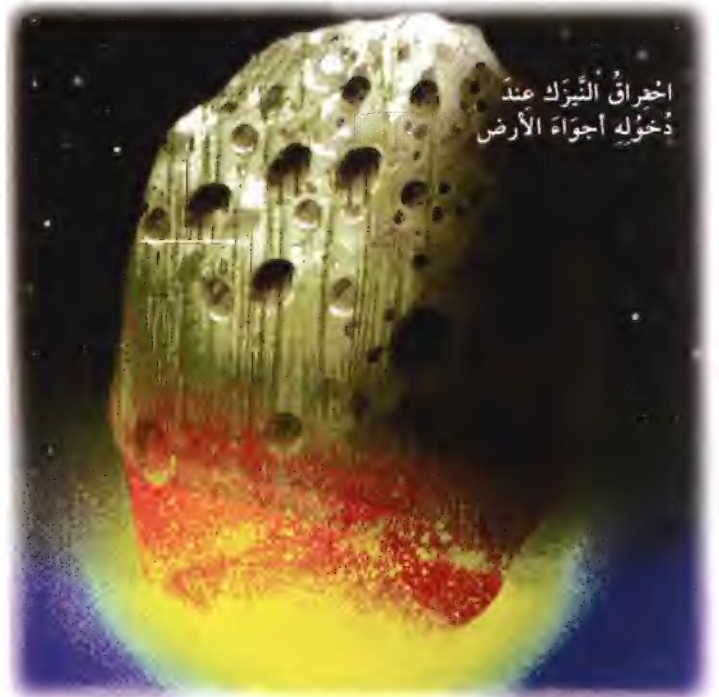
(1) النَّيْزِكُ الْحَدِيدِيُّ :  
وَهِيَ قِسْمَانِ :



نَيْزِكٌ حَدِيدِي

أ . نَيْزِكٌ تَصِلُ نِسْبَةُ (الْحَدِيدِ) فِيهَا (91%) مِنْ تَرْكِيبِهَا،  
وَمَا تَبَقِيَ مِنْهَا فَمُؤَلَّفٌ مِنْ مَعْدِنِ (النِّيكِلِ) بِنِسْبَةِ (8.5%)،  
وَمِنْ مَعْدِنِ (الْكُوبَالْتِ) بِنِسْبَةِ (0.05%). وَتَتَغَيَّرُ هَذِهِ  
النِّسْبُ قَلِيلاً بَيْنَ نَيْزِكِ حَدِيدِيٍّ وَنَيْزِكِ حَدِيدِيٍّ آخَرٍ .

وَلَكِنِّي يَبْلُغُ النَّيْزِكُ سَطْحَ الْأَرْضِ يَجِبُ أَنْ يَكُونَ طَوْلُهُ  
(10) سَمَ عَلَى الْأَقْلَ عِنْدَ دُخُولِهِ جَوَّ الْأَرْضِ، كَيْ تَبْلُغَ سَطْحَ  
الْأَرْضِ قِطْعَةً مِنْهُ لَا يَزِيدُ حَجْمُهَا عَلَى حَجْمِ الْحَصَاةِ .  
و Meteorite كَلِمَةٌ يُونَانِيَّةٌ تَعْنِي (الْجُزْمَ الْعَالِي فِي  
الْهَوَاءِ)، وَالْعَرَبُ هُمْ الَّذِينَ أَطْلَقُوا عَلَيْهَا اسْمَ (النَّيْزِكِ)،  
وَهِيَ كَوَيْكِبَاتٌ كَبِيرَةٌ وَصَغِيرَةٌ، تَخْرُجُ عَنْ مَدَارِهَا الْقَائِمِ  
بَيْنَ كَوْكَبَيْ (الْمَرْيَخِ) وَ(الْمُشْتَرِي) بِفِعْلِ جاذِبِيَّةِ (الْمُشْتَرِي)  
الْكَبِيرَةِ مِنْ جِهَةٍ، وَبِفِعْلِ جاذِبِيَّةِ (الْمَرْيَخِ) مِنْ جِهَةٍ ثَانِيَةٍ .  
وَبَعْدَ خُرُوجِهَا مِنْ مَدَارِهَا، إِذَا مَا قُدِّرَ لَهَا أَنْ تَتَخَلَّصَ  
مِنْ جاذِبِيَّةِ الْكَوْكَبَيْنِ الْمَذْكُورَيْنِ، فَإِنَّهَا تَهِيمُ فِي الْفَضَاءِ .



اخْتِرَاقُ النَّيْزِكِ عِنْدَ  
دُخُولِهِ أَجْوَاءَ الْأَرْضِ

وَحِينَ يَفْتَرِبُ بَعْضُهَا مِنْ كَوْكَبِ الْأَرْضِ، وَيَخْضَعُ  
لِجاذِبِيَّتِهِ، فَإِنَّهُ يَهْوِي بِاتِّجَاهِ سَطْحِهِ بِسُرْعَةٍ وَسَطِيَّةٍ قَدَرُهَا  
(20) كِيلُومِترًا فِي الثَّانِيَةِ أَوْ أَكْثَرَ مِنْ ذَلِكَ أحياناً، إِذْ وَصَلَتْ  
سُرْعَةُ بَعْضِهَا إِلَى (45) كَمَ فِي الثَّانِيَةِ .

وَيُؤَدِّي احْتِكَاكُ تِلْكَ النَّيْزِكِ بِغَازَاتِ جَوِّ الْأَرْضِ وَغُبَارِهِ  
إِلَى اخْتِرَاقِ السَّطْحِ الْخَارِجِيِّ لَهَا، وَتَبْخُرِهِ، تَارِكَةً وَرَاءَهَا



وَمِثَالُهَا النَّيْزُكُ الْمُسَمَّى (ديابلو) الَّذِي سَقَطَ فِي صَحْرَاءِ (أريزونا) فِي جَنُوبِ غَرْبِ الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، وَالَّذِي عُثِرَ فِي جَوْفِ شَطَائِئِهِ عَلَى قِطْعٍ مِنَ الْمَاسِ.

3. النَّيْزُكُ ذَاتُ الْحَبِيبَاتِ :

وَهِيَ النَّيْزُكُ الَّتِي تَغْطِي سَطْحَهَا حَبِيبَاتٌ دَقِيقَةٌ نَاتِجَةٌ عَنْ عَدَمِ تَبَخُّرِ قَطْرَاتِ بَعْضِ الْمَعَادِنِ الْمُقَاوِمَةِ لِلْحَرَارَةِ، بَعْدَ أَنْ تَبَخَّرَ مَا حَوْلَهَا مِنْ مَعَادِنٍ قَابِلَةٍ لِلتَّبَخُّرِ بِفِعْلِ الْحَرَارَةِ الشَّدِيدَةِ الَّتِي تَعَرَّضَتْ لَهَا.

4. النَّيْزُكُ الْمُسَبَّكَةُ :



ب. نَيْزُكُ لَا تُشَكِّلُ نِسْبَةً (الْحَدِيدِ) فِيهَا أَكْثَرُ مِنْ (50%) يَبْنَمَا يَتَشَكَّلُ نِصْفُهَا الْبَاقِي مِنَ (الصَّخْرِ)، وَيَغْلُبُ أَنْ يَكُونَ نَوْعُهُ مِنْ صَخْرِ (الْأُوليفِين) - أَيْ (الْحَجَرِ الزَّيْتُونِي) - الْمُوَلَّفِ مِنَ (السَّيْلِيكُون) الْمَمْرُوجِ بِقَلِيلٍ مِنْ مَعْدِنِي (الْمَغْنِيسِيُوم) وَ(الْحَدِيدِ) اللَّذَيْنِ يُعْطِيَانِ هَذَا الصَّخْرَ لَوْنًا أَخْضَرَ كَلَوْنِ الزَّيْتُونِ، مَشُوبًا بِصَفْرَةٍ أَخَاضَةٍ، مِمَّا يَجْعَلُهُ فِي مَصَافِ الْحِجَارَةِ الْكَرِيمَةِ الَّتِي تُصْنَعُ مِنْهَا الْعُقُودُ وَالْأَقْرَاطُ وَالْحَوَاتِمُ.

نيزك صخري - حديدي



وَقَدْ أُمَكِّنَ بِوَسَاطَةِ الْفُحُوصِ الْمَخْبَرِيَّةِ لِلنَّيْزُكِ مُلَاحَظَةُ عِدَّةِ نَمَازِجٍ فَرَعِيَّةٍ لِلنَّيْزُكِ الْحَدِيدِيَّةِ، أَهْمُهَا النَّمَاذِجُ الْخَمْسَةُ التَّالِيَةُ :

1. النَّيْزُكُ الْفُولَادِيَّةُ السَّيْلِيكُونِيَّةُ :

وَهِيَ نَيْزُكُ فُولَادِيَّةٌ صَخْرِيَّةٌ نَشَأَتْ بِفِعْلِ التَّقَاءِ نَيْزَكَيْنِ فِي الْجَوِّ، أَحَدُهُمَا حَدِيدِيٌّ وَالثَّانِي صَخْرِيٌّ سَيْلِيكُونِيٌّ، وَالتَّحَامِيهِمَا فِيهِ بِفِعْلِ الْحَرَارَةِ الشَّدِيدَةِ الَّتِي تَعَرَّضَا لَهَا أَثْنَاءَ سُقُوطِهِمَا وَاحْتِكَاكِهِمَا بِالطَّبَقَاتِ الْجَوِّيَّةِ.

2. النَّيْزُكُ ذَاتُ التَّوَاةِ الْمَاسِيَّةِ :

وَهِيَ نَيْزُكُ تَحْتَوِي عَلَى قِطْعٍ مِنَ الْمَاسِ، نَاتِجَةٌ عَنْ تَعَرُّضِ مَادَّةِ الْفَحْمِ - الَّتِي كَانَ يَشْتَمِلُ عَلَيْهَا النَّيْزُكُ - لِضَغْطٍ هَائِلٍ قُدِّرَ بِأَرْبَعَةِ آلَافِ مَرَّةٍ مِنْ ضَغْطِنَا الْجَوِّيِّ، نَاتِجٌ عَنْ تَصَادُمِ مِثْلِ تِلْكَ النَّيْزُكِ تَصَادُماً عَنِيفاً مَعَ غَيْرِهَا.

وَهِيَ نَوْعَانِ :

أ. الْأَوَّلُ مِنْهَا يَكُونُ لَهُ مَظْهَرُ الصُّخُورِ الْأَرْضِيَّةِ الْمُسَبَّكَةِ الْمَعْرُوفَةِ بِاسْمِ (بُودِينغ)، وَهِيَ الَّتِي تُشَبِّهُ الْإِسْمَنْتَ الْمُسَلَّحَ الَّذِي تَبْدُو بَيْنَ مَلَاطِهِ أَحْجَارٌ وَحَصَى كُرْوِيَّةٌ أَوْ بَيْضَوِيَّةٌ الشَّكْلِ.

ب. وَالثَّانِي مِنْهَا يَكُونُ لَهُ مَظْهَرُ الصُّخُورِ الْأَرْضِيَّةِ الْمُسَبَّكَةِ الْمَعْرُوفَةِ بِاسْمِ (بَرِيش)، وَهِيَ الَّتِي تُشَبِّهُ الْإِسْمَنْتَ الْمُسَلَّحَ الَّذِي تَبْدُو بَيْنَ مَلَاطِهِ أَحْجَارٌ وَحَصَى مُشْطَاةٌ - أَيْ ذَاتُ رُؤُوسٍ وَأَطْرَافٍ حَادَّةٍ.





رجم صخري

### المظهر الخارجي للنيازك

تتخذ النيازك عدة مظاهر خارجية، وذلك بسبب اختلاف تركيبها، ومدى تأثير العوامل التي تتعرض لها أثناء عبورها جو الأرض، وشدة أو ضعف عوامل الحث التي تصيبها بعد فترة طويلة من بقائها على سطح الأرض. فالنيازك الحديثة، كالتي عُثِرَ عليها ضمن حفرة كانت قد حفرتها في جزيرة (غرينلاند)، كان بعضها مدفوناً تحت التربة بكامل، بينما كان القسم الأكبر من بعضها الآخر مخفياً تحت التربة مع بقاء قسم صغير منه بارزاً فوقها.



### 5. النيازك الفحمائية :

وهي نيازك تحوي في تركيبها على (فحمات الماء)، مما يدل على أنها اقتربت من جو (المشتري) الذي يحفل بغازات (الفحم والميثان والنشادر والأمونياك والهيدروجين وبخار الماء). وبعد أن تشبعت بفحمات الماء، ساعدتها ظروف فلكية على الإفلات من جاذبية ذلك الكوكب والاتجاه إلى كوكب (الأرض) حيث هوت إلى سطحه.



نيزك حديدي من هانبوري، في أستراليا، إن كمية الحديد في النيازك قليلة بالنسبة للنيزك، لكن بسبب احتراق النيزك عند سقوطه على الأرض فإن الكمية الأكبر تكون للحديد.

### (2) النيازك الصخرية :

وهي قسمان أيضاً :

أ. نيازك يضم صخرها في ثناياه أجساماً دقيقة معدنية متبلورة، مستديرة الشكل أو بيضوية، وتُدعى مثل هذه النيازك (تيكتيت) أو (النيازك الكوندروليت) أو (نيازك الكندريت). وتشكل نسبتها حوالي (90 %) من النيازك الصخرية التي تصل إلى سطح الأرض.

ب. نيازك يخلو صخرها من تلك الأجسام المعدنية، وتُدعى (النيازك اللاكوندروليت) أو (نيازك اللاكندريت)، ولا يصل إلى سطح الأرض من هذا النوع إلا حوالي (10 %) من مجمل النيازك الصخرية.



وَمِنْ تِلْكَ النَّيَّازِكِ الْقَدِيمَةِ مَا يَكُونُ سَطْحُهُ خَشِنًا، تَعْتَرِيهِ  
بَعْضُ التَّشَقُّقَاتِ، مِمَّا يَدُلُّ عَلَى أَنَّ تَرْكِيبَهُ الْمَعْدِنِيَّ مُتَجَانِسٌ  
نِسْبِيًّا، لِذَا لَمْ تَنْلِ مِنْهُ عَوَامِلُ الْحَتِّ الْمُخْتَلِفَةُ كَثِيرًا. وَمِثَالُهُ  
النَّيَّزُكَ الَّذِي سَقَطَ فِي سِيبِيرِيَا، وَانْفَجَرَ قُرْبَ سَطْحِ الْأَرْضِ،  
حَيْثُ كَانَ يَهْوِي بِاتِّجَاهِهَا بِسُرْعَةٍ (40) كَمِ فِي الثَّانِيَةِ. وَقَدْ  
قُدِّرَ وَزْنُهُ الْأَسَاسِي قَبْلَ انْفِجَارِهِ بِ (12) أَلْفَ طَن، وَبَعْدَ  
انْفِجَارِهِ، لَمْ يَبْقَ مِنْهُ إِلَّا كُتْلَةٌ وَاحِدَةٌ وَزْنُهَا (40) طَنًا، ضَرَبَتْ  
سَطْحَ الْأَرْضِ فَزَلَزَتْهُ، وَنَتَجَ عَنْ ذَلِكَ حُفْرَةٌ كَبِيرَةٌ مُحِيطَةٌ  
بِتِلْكَ الْكُتْلَةِ النَّيَّزِكِيَّةِ، أَمَّا بَقِيَّةُ أَجْزَاءِ النَّيَّزِكِ، فَقَدْ تَحَوَّلَتْ إِلَى  
شَطَايَا تَبَعَثَتْ عَلَى مَسَاحَةٍ كَبِيرَةٍ مِنَ الْأَرْضِ.

وَهُنَاكَ نَيَّازِكُ ذَاتُ قِشْرَةٍ مَصْقُولَةٍ، أَحْدَثَ الْحَتَّ فِيهَا  
بَعْضَ التَّشَقُّقَاتِ، كَمَا أَدَّى إِلَى انْسِلَاخِ بَعْضِ أَقْسَامِ تِلْكَ  
القِشْرَةِ، وَانْكِشَافِ مَا تَحْتَهَا مِنْ سَطْحٍ خَشِنٍ، كَمَا هُوَ  
الْحَالُ فِي النَّيَّزِكِ الَّذِي عُثِرَ عَلَيْهِ فِي صَحْرَاءِ (سينكيانغ) فِي  
(التركستان الصَّيْنِيَّةِ)، وَقَدْ بَلَغَ حَجْمُهُ (3.5) أَمْتَارٍ مُكَعَّبَةٍ،  
أَمَّا وَزْنُهُ فَبَلَغَ (30) طَنًا، وَقِشْرَتُهُ الْمَلْسَاءُ الَّتِي لَا تَزَالُ تَغْطِي  
مُعْظَمَ سَطْحِهِ، بَعْضُهَا ذُو لَوْنٍ بُنِّيٍّ دَاكِنٍ، وَبَعْضُهَا الْآخَرُ ذُو  
لَوْنٍ أَسْوَدَ فَاحِمٍ، بِاسْتِثْنَاءِ رُقْعَةٍ صَغِيرَةٍ مِنْهَا، فَإِنَّهَا ذَاتُ لَوْنٍ  
فَضِيٍّ لَامِعٍ لِأَنَّهَا مُؤَلَّفَةٌ مِنْ مَعْدِنِ (النِّيكِلِ).

وَبَعْدَ تَحْلِيلِ عَيِّنَةٍ مِنْ هَذَا النَّيَّزِكِ، تَبَيَّنَ أَنَّهُ مُؤَلَّفٌ  
مِنْ (الْحَدِيدِ) بِنِسْبَةِ (88.76 %)، وَمِنْ (النِّيكِلِ) بِنِسْبَةِ  
(9.27 %)، وَمِنْ أَرْبَعَةِ مَعَادِنٍ أُخْرَى لَمْ تَرُدْ نِسْبَتُهَا فِيهِ  
عَلَى (1.97 %).



نَيَّازِكُ مَعْدِنِيَّةٍ قَدِيمَةٍ

وَكَانَ لِقِسْمٍ مِنْ هَذِهِ النَّيَّازِكِ سَطْحٌ مَصْقُولٌ، تَغْلُوهُ حُبَبَاتٌ  
مُتَصَلِّبَةٌ مُؤَلَّفَةٌ مِنْ مَعَادِنَ كَانَتْ عَلَى شَكْلِ قَطَرَاتٍ لَمْ تَتَبَخَّرْ أَثْنَاءَ  
سُقُوطِ النَّيَّزِكِ فِي الْجَوِّ. كَمَا كَانَ لِقِسْمِهَا الْآخَرِ سَطْحٌ مَصْقُولٌ،  
مَلِيٌّ بِخُطُوطٍ دَقِيقَةٍ نَاتِجَةٍ عَنِ احْتِكَاكِ الْأَجْسَامِ الصُّلْبَةِ الصَّغِيرَةِ  
السَّابِحَةِ فِي الْجَوِّ بِسَطْحِ ذَلِكَ النَّيَّزِكِ أَثْنَاءَ سُقُوطِهِ.

وَقَدْ يَجْتَمِعُ الْأَمْرَانِ فِي نَيَّزِكٍ وَاحِدٍ، حَيْثُ يَكُونُ عَلَى  
سَطْحِهِ حُبَبَاتٌ مِنَ الْمَعَادِنِ الْمُتَصَلِّبَةِ، بِالإِضَافَةِ إِلَى وُجُودِ  
خُطُوطٍ دَقِيقَةٍ تَظْهَرُ عَلَى ذَلِكَ السَّطْحِ.

أَمَّا النَّيَّازِكُ الْقَدِيمَةُ الَّتِي يَكُونُ قَدْ مَضَى زَمَنٌ طَوِيلٌ عَلَى  
سُقُوطِهَا فَوْقَ الْأَرْضِ، مِمَّا أَدَّى إِلَى تَعَرُّضِهَا لِعَوَامِلِ الْحَتِّ  
الْمُخْتَلِفَةِ، فَإِنَّهَا تَكُونُ ذَاتَ سَطْحٍ خَشِنٍ، مَلِيٍّ بِالثَّقُوبِ  
الكَبِيرَةِ وَالصَّغِيرَةِ النَّاتِجَةِ عَنْ تَحَلُّلٍ وَتَاكُلٍ الْأَقْسَامِ ذَاتِ  
الْمُقَاوَمَةِ الضَّعِيفَةِ أَمَامَ تِلْكَ الْعَوَامِلِ الْحَتِّيَّةِ. وَهَذَا هُوَ حَالُ  
نَيَّزِكِ (ويللاميت) الَّذِي عُثِرَ عَلَيْهِ عَامَ 1902م، فِي (الولاياتِ  
الْمُتَّحِدَةِ) فِي وِلَايَةِ (أوريغون) قُرْبَ بَلَدَةِ (بورتلاند)، وَهُوَ  
مُؤَلَّفٌ مِنْ مَعْدِنِ (الْحَدِيدِ) مَعَ قَلِيلٍ مِنْ مَعْدِنِ (النِّيكِلِ)، وَبِزْنِ  
(12) طَنًا. وَهُوَ أَكْبَرُ نَيَّزِكٍ تَمَّ الْعُثُورُ عَلَيْهِ فِي هَذِهِ الدَّوْلَةِ.



مِنْ النَّيَّازِكِ الْقَدِيمَةِ مَا يَكُونُ سَطْحُهُ خَشِنًا، تَعْتَرِيهِ بَعْضُ التَّشَقُّقَاتِ.



## عُمْرُ النَّيَّازِكِ

دَلَّ التَّحْلِيلُ الإِشْعَاعِيّ، الَّذِي أُجْرِيَ عَلَى عَيِّنَاتٍ عَدِيدَةٍ مِنَ النَّيَّازِكِ، أَنَّ عُمْرَهَا لَا يَقِلُّ عَنْ (4000 - 4500) مِليُونِ سَنَةٍ، وَهَذَا يَعْنِي أَنَّهَا تَشَكَّلَتْ مِنْ بَقَايَا السَّيْدِيمِ الشَّمْسِيِّ، وَفِي وَقْتٍ مُتَرَامٍ مَعَ تَشَكُّلِ الْأَرْضِ وَبَقِيَّةِ كَوَاكِبِ الْمُنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ، وَمِنْ نَفْسِ السَّيْدِيمِ الَّذِي تَخَلَّفَ حَوْلَ الشَّمْسِ بَعْدَ تَشَكُّلِهَا.

وَهَذَا مَا يُؤَكِّدُ الرَّأْيَ الْقَائِلَ بِأَنَّ النَّيَّازِكِ كَوْنِيَّاتٌ صَغِيرَةٌ الْحُجُومِ، تَخْرُجُ عَنْ مَدَارِهَا الْقَائِمِ بَيْنَ (الْمَرِيخِ) وَ(الْمُشْتَرِي) بِفِعْلِ جاذِبِيَّةِ (الْمُشْتَرِي)، وَمَا تُحْدِثُهُ مِنْ خَلَلٍ فِي حَرَكَةِ دَوْرَانِهَا حَوْلَ الشَّمْسِ أَوَّلًا، وَبِفِعْلِ جاذِبِيَّةِ (الْمَرِيخِ) ثَانِيًا، وَبِتَدْخُلِ عَوَامِلَ فَلَكِيَّةٍ أُخْرَى تُسَاعِدُ عَلَى حَدُوثِ ذَلِكَ الْخَلَلِ، وَتَزِيدُ فِيهِ.

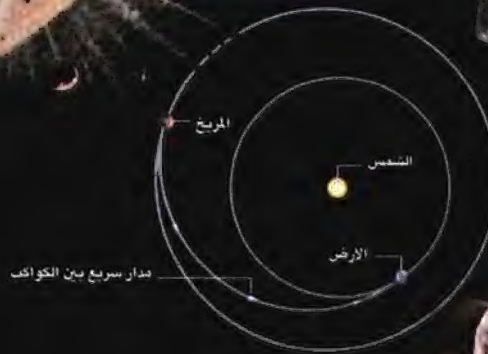
النَّيَّازِكُ الْمَرِيخِيّ، فِي كُلِّ بَضْعَةِ مِلايَيْنِ مِنَ السَّنِينَ يَضْرِبُ الْمَرِيخَ نَيْزِكًا أَوْ مُذنبًا بِقُوَّةٍ تَكْفِي لِإِسْلَاحِ صُخُورٍ عَنْهُ يُمكنُهَا التَّغْلِبُ عَلَى ثِقَالَةِ الْكَوْكَبِ الْأَخْضَرِ لِتَصِلَ فِي النِّهَايَةِ إِلَى الْأَرْضِ. وَإِذَا كَانَتْ قَدْ نَشَأَتْ حَيَاةٌ عَلَى الْمَرِيخِ قَبْلَ بِلَايِنِ السَّنِينَ، فَمِنْ الْمُمْكِنِ تَصَوُّرُ أَنَّ الصُّخُورَ الْمُحتَوِيَةَ عَلَى مَوَادِّ بَيُولُوجِيَّةٍ قَدْ أَتَجَزَّتْ رِحْلَتَهَا إِلَى الْأَرْضِ بِسُرْعَةٍ تَكْفِي لِتَزْرَعُ فِيهَا بُذُورَ هَذِهِ الْمَوَادِّ الْأَتِيَةِ مِنْ خَارِجِهَا.

وَهُنَاكَ نَيَّازِكٌ مَعْدِنِيَّةٌ قَدِيمَةٌ، لَمْ تَسْتَطِعِ الْعَوَامِلُ الطَّبِيعِيَّةُ أَنْ تُؤَثِّرَ فِيهَا، لِأَنَّ حَدِيدَهَا الْمُتَوَهَّجَ أَثْنَاءَ سَقُوطِهَا، تَبَرَّدَ بِصُورَةٍ مُفَاجِئَةٍ، إِمَّا بِفِعْلِ حَدُوثِ أَمْطَارٍ أَصَابَتْهَا أَثْنَاءَ اقْتِرَابِهَا مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ، وَإِمَّا بِفِعْلِ سَقُوطِهَا فَوْقَ أَرْضٍ رَطْبَةٍ أَوْ مُغَطَّاةٍ بِالْمَاءِ. وَفِي هَذِهِ الْحَالِ، يَتَحَوَّلُ الْحَدِيدُ إِلَى حَدِيدٍ مُسَقَّى لَهُ صَلَابَةُ الْفُلُولَازِ، فَلَا تُؤَثِّرُ فِيهِ عَوَامِلُ التَّغْرِيبَةِ أَوْ عَامِلُ التَّأَكُّسِدِ. وَيَظَلُّ سَطْحُ مِثْلِ هَذِهِ النَّيَّازِكِ أَمْلَسَ لَأَمْعَاءَ، تَتَبَعَّرُ عَلَيْهِ بَعْضُ الْحَبِيبَاتِ الْمَعْدِنِيَّةِ، وَتَنْتَشِرُ فَوْقَهُ شَبَكَةٌ مِنَ الْخُطُوطِ الدَّقِيقَةِ. وَقَدْ يَكُونُ سَطْحُهُ خَالِيًا مِنَ الْحَبِيبَاتِ وَالْخُطُوطِ أحيانًا.

وَإِذَا كَانَ التَّعَرُّفُ إِلَى النَّيَّازِكِ الْمَعْدِنِيَّةِ مُمكنًا مِنْ قِبَلِ مَنْ لَهُ الْإِمْامُ بِعِلْمِ الصُّخُورِ، فَإِنَّ التَّعَرُّفَ إِلَى النَّيَّازِكِ الصَّخْرِيَّةِ، أَوِ الْمَعْدِنِيَّةِ الصَّخْرِيَّةِ، أَمْرٌ صَعْبٌ حَتَّى بِالنَّسْبَةِ لِمُلَمَّاءِ الْفَلَكِ وَالْجَيُولُوجِيَا، الَّذِينَ يُضْطَرُّونَ إِلَى إِجْرَاءِ تَحَالِيلٍ كِيمِيَاءِيَّةٍ، وَدِرَاسَاتٍ فِيزِيَاءِيَّةٍ، تَتَنَاوَلُ الصُّخُورَ الَّتِي يَعْتَقِدُونَ بِأَنَّهَا مِنْ أَصْلٍ نَيْزِكِيٍّ، وَعِنْدَهَا فَقَطْ يَسْتَطِيعُونَ إِثْبَاتَ ذَلِكَ أَوْ نَقِيضَهُ.

في كل بضعه ملايين من السنين يضرب المريخ نيزك أو مذنب بقوة تكفي لإسلاح صخور عنه يمكنها التغلب على ثقالة الكوكب الأحمر لتصل في نهاية المطاف إلى الأرض. وإذا نشأت حياة على المريخ قبل بلايين السنين، فمن الممكن تصور أن الصخور المحتوية على مواد بيولوجية قد أُنجزت رحلتها إلى الأرض بسرعة تكفي لتزرع فيها بذور هذه المواد الآتية من خارجها.

حتى في الصدمات العنيفة، يُمكن لبعض الصُّخُورِ وَجِسِمَاتِ الْغُبَارِ الْقَرِيبَةِ مِنْ سَطْحِ الْمَرِيخِ أَنْ تَنْطَلِقَ مِنْ هَذَا الْكَوْكَبِ مِنْ دُونِ أَنْ تَرْتَفِعَ دَرَجَاتٍ خَرَارَتِهَا إِلَى مُستَوًى يَسْتَوِي بِتَدْمِجِ الْبِكْرُوبَاتِ الْقَائِمَةِ فِي تِلْكَ الصُّخُورِ أَوْ جِسِمَاتِ الْغُبَارِ



إنَّ مُعْظَمَ الصُّخُورِ الْأَتِيَةِ إِلَى الْأَرْضِ مِنْ خَارِجِهَا تُحْضِي وَفَقًا طَوِيلًا فِي الْفَضَاءِ، فَقَدْ اسْتَفْرَقَ أَشْهُرَ 15 مِليُونِ سَنَةٍ فِي رِحْلَتِهِ، لَكِنْ وَاجِدًا فَقَطْ مِنْ كُلِّ عَشْرَةِ مِلايَيْنِ جِسْمٍ يَبْلُغُ الْأَرْضَ فِي أَقَلِّ مِنْ سَنَةٍ وَاحِدَةٍ، وَهَذَا يُقَلِّلُ إِلَى الْحَدِّ الْأَدْنَى مِنْ تَعَرُّضِ مِثْلِ هَذَا الْجِسْمِ إِلَى الْإِشْعَاعَاتِ الْمُشْتَرِكةِ بَيْنَ الْكَوَاكِبِ

إنَّ دُخُولَ نَيْزِكٍ إِلَى الْغُلَافِ الْجَوِيِّ لِلْأَرْضِ قَدْ يُسَخِّنُ سَطْحَهُ، وَلَا يُسَخِّنُ دَاخِلَهُ، وَعَلَيْهِ فَإِنَّ أَتَى بِكْرُوبَاتٌ تَوْجُودُهُ دَاخِلَ صَخْرَةِ هَذَا النَّيَّازِكِ تَظَلُّ عَلَى قَبْدِ الْحَيَاةِ. وَقَدْ تَنَافَدَى جِسِمَاتُ الْغُبَارِ تَسْخِينِهَا وَذَلِكَ بِتَطْيِئَةِ سُرْعَتِهَا.



## جراح النيازك

مُعْظَمُ النَّيَّازِكِ يَسْقُطُ فِي مَنَاطِقَ خَالِيَةٍ مِنَ النَّاسِ، وَأَقْلَهَا يَسْقُطُ فَوْقَ مَدْنٍ أَوْ قَرْيٍ أَوْ مَزَارِعَ، فَيَهْدُمُ جُزْءاً مِنْ أُنْبِيَتِهَا، أَوْ يَحْرِقُ سُقُوفَهَا، وَيُصِيبُ أَنْاساً أَوْ حَيَوَانَاتٍ، كَمَا يُسَبِّبُ اشْتِعَالَ النَّارِ، وَشُبُوبَ الْحَرَاتِ فِي الْمَنَازِلِ وَالْحُقُولِ وَالْعِبَاتِ.



نيزك بيكسكيل (في اليسار) حطّم هذه الشبابة في 1992/10/9 م، وقد شاهد آلاف الناس الذين كانوا موجودين في ضواحي نيويورك كرة نارية، حيث سجلها البعض بالفيديو، وهي تندفع مُخترقة سماء الليل، وباستخدام هذه الشرائط حسب الفلكيون مسار النيزك ومداره الأصلي، ويرى البعض أن مدار النيزك وتركيبه يُشير إلى أنه نشأ كجزء من الكويكب (6 - هيسى).

وَيَدْعُو الْعُلَمَاءُ الْخُفَرِ الْكَبِيرَةَ وَالصَّغِيرَةَ، الَّتِي تَنْتَابُ سَطْحَ الْأَرْضِ إِثْرَ سُقُوطِ النَّيَّازِكِ، بِاسْمِ (جِرَاحِ النَّيَّازِكِ)، مُشَبِّهِينَ تَشْوِيَةَ النَّيَّازِكِ لِأَدِيمِ الْأَرْضِ بِالنَّدَبَاتِ الَّتِي تُصِيبُ أَجْسَامَ الْأَحْيَاءِ بَعْدَ شِفَاءِ الْجُرُوحِ الَّتِي تُحْدِثُهَا الْآلَاتُ الْحَادَّةُ فِيهَا.

وَتَكُونُ الْخُفَرُ النَّيَّازِكِيَّةُ دَائِرِيَّةَ الشَّكْلِ، أَوْ بَيْضَوِيَّةً، ذَاتِ حَافَاتٍ مُرْتَفَعَةٍ. وَأَحْيَاناً يَكُونُ وَسْطُ تِلْكَ الْخُفَرِ مُرْتَفِعاً عَمَّا يُجَاوِرُهُ، لِبَقَاءِ جُزْءٍ مِنْ جُزْمِ النَّيَّازِكِ ظَاهِراً مَعَ كُتْلَةِ التُّرَابِ وَالْحِجَارَةِ الَّتِي ارْتَفَعَتْ حَوْلَهُ.

## انفجار النيازك

يَشْتَدُّ تَسَارُعُ بَعْضِ النَّيَّازِكِ أَثْنَاءَ غُبُورِهَا جَوَّ الْأَرْضِ، فَتَرْتَفِعُ سُرْعَتُهَا مِنْ (24) كَمٍ فِي الثَّانِيَةِ إِلَى (74) كَمٍ فِي الثَّانِيَةِ أحياناً؛ وَهَذَا مَا يُعْطِي الْجُسَيْمَاتِ الدَّقِيقَةَ الَّتِي يَصْطَدِّمُ بِهَا النَّيَّازِكُ فِي الْجَوِّ قُدْرَةً فَائِقَةً عَلَى تَخْطِيمِهِ مَرَّةً أَوْ عِدَّةَ مَرَّاتٍ. وَفِي كُلِّ مَرَّةٍ يَنْفَجِرُ فِيهَا النَّيَّازِكُ تَتَوَلَّدُ عَنْهُ كُرَّةٌ مِنَ النُّورِ تُدْعَى (كُرَّةُ النَّارِ) تَنْبَعُثُ مِنْ حَوْلِهَا أَشِعَّةٌ مُتَوَهِّجَةٌ.

وَعِنْدَمَا يَكُونُ النَّيَّازِكُ الْمُتَفَجِّرُ صَغِيراً، فَإِنَّ كَامِلَ جُزْمِهِ يَتَحَوَّلُ إِلَى رَمَادٍ دَقِيقٍ. أَمَّا عِنْدَمَا يَكُونُ كَبِيراً، فَإِنَّهُ يَتَحَوَّلُ إِلَى شَطَائِبَ تَبْعُثُ عَلَى مَسَاحَةٍ وَاسِعَةٍ مِنَ الْأَرْضِ، وَقَدْ تَصِلُ بَعْضُ الْقِطَعِ الْكَبِيرَةِ مِنْهُ إِلَى الْأَرْضِ.

وَأَخْطَرُ الْإِنْفِجَارَاتِ تِلْكَ الَّتِي تَحْدُثُ قُرْبَ سَطْحِ الْأَرْضِ، وَبِخَاصَّةٍ عِنْدَمَا يَكُونُ حَجْمُ النَّيَّازِكِ كَبِيراً، إِذْ يَصْدُرُّ عَنْهُ وَهْجٌ شَدِيدٌ، يُرَى مِنْ مَسَافَاتٍ بَعِيدَةٍ، وَصَوْتُ دَاوٍ كَهَزِيمِ الرَّعْدِ، يُسْمَعُ عَلَى بُعْدِ عَشْرَاتِ الْكِيلُومِتَرَاتِ، وَيَرَافِقُ ذَلِكَ هَرَّةٌ أَرْضِيَّةٌ يَشْعُرُ بِهَا سُكَّانُ الْمُنَاطِقَةِ وَمَا حَوْلَهَا، وَانْدِفَاعُ رِيَّاحٍ حَارَّةٍ لَافِحَةٍ تُلْقِي بِالنَّاسِ وَالْحَيَوَانَاتِ، الْقَرِيبِينَ مِنْ مَكَانِ الْإِنْفِجَارِ، أَرْضاً، وَقَدْ تَقْتُلُ بَعْضَ الْأَشْجَارِ مِنْ جُذُورِهَا وَتَحْطِمُ أَغْصَانَهَا. كَمَا تَنْدَلِعُ الْحَرَاتُ فِي الْأَعْشَابِ وَالْمَرْزُوعَاتِ، وَالْعِبَاتِ الْمُجَاوِرَةِ، وَالْمَسَاكِينِ الْقَرِيبَةِ.







### كُرَّةُ النَّارِ الَّتِي يُنَكِّلُهَا النَّيْزِكُ

وَتُخَلَّفُ النَّيْزِكُ فِي الْجَوِّ، بَعْدَ اخْتِرَاقِ قِشْرَتِهَا، وَاخْتِرَاقِ شَطَائِهَا الصَّغِيرَةِ، رَمَادًا دَقِيقًا لَا يَلْبَثُ أَنْ يَهْبِطَ بِطُءٍ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ. وَقَدْ قُدِّرَ وَزْنُ مَا يَصِلُ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ مِنَ النَّيْزِكِ الْعَادِيَةِ وَالْمُنْفَجِرَةِ، وَمَا تُخَلِّفُهُ مِنْ رَمَادٍ، مَا زِنْتُهُ (40) أَلْفَ طَنٍ يَوْمِيًّا.

وَقَدْ حُسِبَ أَنَّ هَذِهِ الْكَمِيَّةَ الْيَوْمِيَّةَ يُمَكِّنُهَا أَنْ تَغْطِيَ خِلَالَ (1000) مِليُونِ سَنَةٍ مَا سُمُّكَهُ (2.5 - 3) سَمَ لِكَامِلِ سَطْحِ الْكُرَّةِ الْأَرْضِيَّةِ، بِقَارَاتِهِ وَمُحِيطَاتِهِ وَبِحَارِهِ وَبَقِيَّةِ الْمَسَاحَاتِ الْمَائِيَّةِ الْمَوْجُودَةِ عَلَيْهِ.

وَقَدْ انْتَهَى الْعُلَمَاءُ أَيْضًا إِلَى أَنَّ تَرَكَمَ ذَلِكَ الرَّمَادِ، وَمَا يَبْرُكُهُ مِنْ زِيَادَةٍ فِي وَزْنِ الْكُرَّةِ الْأَرْضِيَّةِ، سَيُودِي إِلَى تَبَاطُؤِ الدَّوْرَةِ الْإِنْتِقَالِيَّةِ لِلْأَرْضِ حَوْلَ الشَّمْسِ بِمِقْدَارٍ ثَانِيَةٍ وَاحِدَةٍ كُلَّ (1000) مِليُونِ سَنَةٍ.

وَمِنْ أَهَمِّ حَوَادِثِ انْفِجَارِ النَّيْزِكِ الَّتِي تَمَّتْ مُرَاقَبَتُهَا وَتَسْجِيلُ مَرَاكِحِهَا وَنَتَائِجُهَا :

(1) الْإِنْفِجَارُ النَّيْزِكِيُّ الَّذِي وَقَعَ فِي السَّاعَةِ التَّاسِعَةِ عَشْرَةَ مِنْ يَوْمِ 11 شُبَاطَ عَامِ 1896م، فِي سَمَاءِ مَدِينَةِ (مدريد) عَاصِمَةِ (أَسْبَانِيَا).

فَقَدْ رَأَى السُّكَّانُ فِي السَّمَاءِ الصَّافِيَةِ يَوْمَهَا كُرَّةً مُلْتَهَبَةً، ذَاتَ نُورٍ أَزْرَقَ سَاطِعٍ، لَمْ تَلْبَثْ أَنْ انْفَجَرَتْ عَلَى ارْتِفَاعٍ قَدَّرَهُ الْعُلَمَاءُ، فِيَمَا بَعْدُ، بِ (24) كَم، وَتَلَا ذَلِكَ الْإِنْفِجَارَ الْمُدَوِّيَ انْفِجَارَاتٌ ثَانَوِيَّةٌ صَغِيرَةٌ، أَعْقَبَهَا انْطِلَاقُ دُخَانٍ ظَلَّ مَرْتَبًا فِي السَّمَاءِ لِمُدَّةِ ثَلَاثِ سَاعَاتٍ بَعْدَ الْإِنْفِجَارِ. كَمَا رَأَى سُكَّانُ (جَبَلِ طَارِق) وَبَلَدَةِ (سَانِ سِيَّاسْتِيَان) الْكُرَّةَ النَّارِيَّةَ الَّتِي سَبَبَهَا انْفِجَارُ النَّيْزِكِ فِي الْجَوِّ، مَعَ أَنَّهَامَا تَبْعُدَانِ عَنْ (مدريد) مَسَافَةً (500) كَم.

وَقَدْ أَحْدَثَ ذَلِكَ الْإِنْفِجَارُ هَزَّةً أَرْضِيَّةً خَفِيفَةً، انْتَشَرَتْ فِي دَائِرَةِ قُطْرُهَا (431) كَم، حَيْثُ شَعَرَ بِهَا سُكَّانُ بَلَدَةِ

(سَرْقِسطَة). كَمَا خَلَفَ ذَلِكَ الْإِنْفِجَارُ وَرَاءَهُ عَدَدًا كَبِيرًا مِنَ النَّيْزِكِ الصَّغِيرَةِ الَّتِي تَطَايَرَتْ عَلَى شَكْلِ شَطَائِهَا تَنَاطَرَتْ عَلَى مَسَاحَةٍ وَاسِعَةٍ حَوْلَ الْعَاصِمَةِ (مدريد). وَقَدْ عَثَرَ النَّاسُ، فِيَمَا بَعْدُ، عَلَى عَدَدٍ كَبِيرٍ مِنْ تِلْكَ الشَّطَائِ فِي أَمَاكِنَ مُتَفَرِّقَةٍ، وَكَانَتْ كُلُّ وَاحِدَةٍ مِنْهَا مُؤَلَّفَةً مِنْ نَوَاةٍ حَدِيدِيَّةٍ يُحِيطُ بِهَا غِلَافٌ زُجَاجِيٌّ الْقَوَامُ، مُرَكَّبٌ مِنْ عَدَدٍ مِنَ الْمَعَادِنِ الْمَصْهُورَةِ، وَالَّتِي تَبَرَّدَتْ بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ.

(2) الْإِنْفِجَارُ النَّيْزِكِيُّ الَّذِي وَقَعَ فِي أَدْغَالِ جِبَالِ شِبِهَ جَزِيرَةِ (سِيخوتا أَلِين) فِي أَقْصَى شَرْقِ (الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّتِيِّ) عَامَ 1947م، حَيْثُ سَمِعَ النَّاسُ هُنَاكَ دَوِيًّا يَكَادُ يَصُمُّ الْأَذَانُ، تَبَيَّنَ أَنَّهُ نَاجِمٌ عَنِ انْفِجَارِ نَيْزِكٍ فِي الْجَوِّ.

وَعَلَى الْأَثَرِ، قَامَتْ فِرْقٌ عِلْمِيَّةٌ بِالْبَحْثِ عَنْ شَطَائِهَا ذَلِكَ النَّيْزِكِ، وَقَدْ اسْتَطَاعَتْ تِلْكَ الْفِرْقُ، وَبِمُسَاعَدَةِ عَدَدٍ مِنَ السُّكَّانِ الْمَحَلِّيِّينَ، جَمْعَ شَطَائِهَا زَادَ وَزْنُهَا عَلَى (50) طَنًا مِنَ (الْحَدِيدِ) الْمَمْرُوجِ بِالنِّيكِلِ وَالسَّلِيلِيكُونِ بِالإِضَافَةِ إِلَى نِسَبٍ ضَخِيمَةٍ مِنْ مَعَادِنَ أُخْرَى. وَقَدْ قَدَّرَ الْعُلَمَاءُ بِأَنَّ وَزْنَ هَذَا النَّيْزِكِ قَبْلَ انْفِجَارِهِ كَانَ لَا يَقِلُّ عَنْ (100) أَلْفَ طَنٍ، اخْتَرَقَ الْجُزْءَ الْأَكْبَرُ مِنْهُ فِي طَبَقَاتِ الْجَوِّ، وَبِخَاصَّةٍ



عِنْدَ مُرُورِهِ بِالطَّبَقَةِ الْمُتَابِعَةِ .

(3) الانفجَارُ النَّيْزِكِيُّ الَّذِي شَاهَدَهُ فَرِيقٌ مِنْ مُتَسَلِّقِي الْجِبَالِ الَّذِينَ كَانُوا يَتَسَلَّقُونَ جَبَلَ (سانت هيلين)، أَحَدَ جِبَالِ سِلْسِلَةِ (الروكي) الصَّخْرِيَّةِ فِي غَرْبِ (الولاياتِ الْمُتَّحِدَةِ)، حَيْثُ لَفَتْ نَظَرُهُمْ بَرِيقٌ خَاطِفٌ لِنُورٍ مُمتدٍّ عَلَى شَكْلِ شَرِيطٍ مِنَ الْوُهَجِ يَجْتَازُ سَمَاءَ مَدِينَةِ (بورتلاند)، إِحْدَى مُدُنِ وَلَايَةِ (أوريغون) فِي غَرْبِ (الولاياتِ الْمُتَّحِدَةِ). ثُمَّ لَمْ يَلْبَثْ أَنْ حَدَثَ انفِجَارٌ فِي رَأْسِ ذَلِكَ الشَّرِيطِ النُّورِيِّ، تَلَتْهُ عِدَّةُ انفِجَارَاتٍ أُخْرَى، وَكَانَ يَعْقبُ كُلَّ انفِجَارٍ ظُهُورُ كُرَّةٍ نَارِيَّةٍ. وَأَخِيرًا سَقَطَتِ الْكُنُتْلَةُ الْكَبِيرَةُ الْمُتَبَقِّئَةُ مِنْ ذَلِكَ النَّيْزِكِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ، لِتَسْتَقِرَّ فِي قَاعِ الْحُفْرَةِ الَّتِي أَحْدَثَتْهَا، بَعْدَ أَنْ تَطَايَرَتْ مِنْهَا شَطَائِبًا لَا تُحْصَرُ.

### أَشْهُرُ الْحُفْرِ النَّيْزِكِيَّةِ فِي الْعَالَمِ

(1) حُفْرَةُ (نوردلنجين) :

وَهِيَ الْحُفْرَةُ الَّتِي تَحَوَّلَتْ إِلَى سَهْلٍ وَاسِعٍ، بَعْدَ رَدَمِ اللَّحَقِيَّاتِ لَهَا، ذَلِكَ السَّهْلُ الْمَعْرُوفُ بِاسْمِ سَهْلِ (نوردلنجين)، الْوَاقِعِ فِي جَنُوبِ (أَلْمَانِيَا)، بَيْنَ جِبَالِ (جوراسواب) فِي (أَلْمَانِيَا) شَرْقًا وَجِبَالِ (الْأَلْبِ الْفَرَنْسِيَّةِ) فِي (فَرَنْسَا) غَرْبًا.

وَقَدْ اعْتَقَدَ بَعْضُ عُلَمَاءِ الْجِيُولُوجِيَا سَابِقًا، بِأَنَّهُ سَهْلٌ انْهَدَامِيٌّ، وَأَنَّ الْإِنْهَدَامَ الَّذِي أَصَابَ تِلْكَ الْمُنْطَقَةَ الْجَبَلِيَّةَ أَدَّى إِلَى جَعْلِ ذَلِكَ السَّهْلِ يَنْخَفِضُ عَمَّا يُجَاوِرُهُ إِلَى عُمُقِ (800) مِترٍ، إِلَّا أَنَّ اللَّحَقِيَّاتِ الَّتِي رَدَمَتْهُ بِسُمْكِ (100) مِترٍ، جَعَلَتْ عُمُقَهُ لَا يَزِيدُ الْيَوْمَ عَلَى (700) مِترٍ عَمَّا يُجَاوِرُهُ.

إِلَّا أَنَّهُ عِنْدَمَا تَأَلَّفَتْ لَجَنَةٌ مِنْ عَدَدٍ مِنَ الْعُلَمَاءِ الْمُخْتَصِّينَ فِي عَامِ 1966م، وَقَامَتْ بِدِرَاسَةِ ذَلِكَ السَّهْلِ، انْتَهَتْ إِلَى التَّأَكُّيدِ بِأَنَّ نَيْزِكًا لَا يَقِلُّ طُولُ قُطْرِهِ عَنْ (6) كِيلُومِترَاتٍ، قَدْ

(4) الانفِجَارُ النَّيْزِكِيُّ الَّذِي حَدَثَ لَيْلًا فِي عَامِ 1912م، فِي وَلَايَةِ (أريزونا) فِي جَنُوبِ غَرْبِ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، قُرْبَ بَلَدَةِ (هولبروك)، حَيْثُ بَدَتْ السَّمَاءُ عَقَبَ انفِجَارِ نَيْزِكٍ فِيهَا، وَكَانَتْهَا مُمْتَلِئَةً بِالْأَسْهُمِ النَّارِيَّةِ، ثُمَّ تَلَا ذَلِكَ سُقُوطُ مَا يَزُبُّو عَدَدَهُ عَلَى (100) أَلْفِ نَيْزِكٍ، سَقَطَتْ فِي الْحُقُولِ الْمُجَاوِرَةِ لِلْمَدِينَةِ دُونَ أَنْ يَنْتُجَّ عَنْهَا أَيُّ ضَرَرٍ.

وَقَدْ تَمَكَّنَ قِسْمٌ مِنْ سُكَّانِ بَلَدَةِ (هولبروك)، فِي الْيَوْمِ الَّذِي تَلَا سُقُوطَ تِلْكَ النَّيَازِكِ، مِنْ جَمْعِ أَكْثَرِ مِنْ (10) أَلْفِ نَيْزِكٍ كَانَتْ بَادِيَةً عَلَى وَجْهِ الْأَرْضِ.

(5) الانفِجَارُ النَّيْزِكِيُّ الَّذِي أَشَارَتْ إِلَيْهِ بَعْضُ النُّصُوصِ التَّارِيخِيَّةِ الصِّينِيَّةِ، وَالتِّي جَاءَ فِيهَا أَنَّ النَّيَازِكِ الَّتِي نَتَجَتْ عَنِ انفِجَارِ نَيْزِكٍ فِي السَّمَاءِ فِي الْقَرْنِ الْعَاشِرِ الْمِيلَادِيِّ، قَدْ تَهَاوَتْ عَلَى الْأَرْضِ فِي مِثْلَةِ مَأْهُولَةٍ، وَأَدَّى ذَلِكَ إِلَى



الانْفِجَارُ النَّيْزِكِيُّ الَّذِي حَدَثَ لَيْلًا فِي عَامِ 1912م، فِي وَلَايَةِ أَرِيْزُونَا فِي جَنُوبِ غَرْبِ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، قُرْبَ بَلَدَةِ هُولْبْرُوك .



(كندا)، بالإضافة إلى عدد كبير من خلجان وبحيرات شمال (كندا)، ذات الشكل الدائري أو البيضاوي، إنما كانت في الأصل حفراً نيزكية، ثم غمرتها المياه، مُحَوَّلَةً بعضُها إلى خلجان بحرية ذات مياه مالحة، وبعضُها الآخر إلى بحيرات ذات مياه عذبة.

4) حُفْرَةُ (ديابلو) أو حُفْرَةُ (أريزونا) أو حُفْرَةُ (بارنغر) :



فوهة نيزكية في أريزونا الشمالية قُطُرُها (1.2 كم) حَفَرَهَا نيزكٌ ضَرَبَ الأرض مُنْذُ (50000 سنة). ومع أنَّ قُطُرَ النيزك كان (30 متراً) فَقَطْ فَإِنَّ مَادَّتَهُ المَعْدِنِيَّةَ زَوَّدَتْهُ بالقُوَّةَ اللازمة لاختراق الغلاف الجوي للأرض دون أن يفتكك. ويصدم الأرض جسم بهذا الحجم أو أكبر مرة كل قرن.

هُوَ فَوْقَ تِلْكَ المِنَاطِقَةِ بِسُرْعَةٍ (15) كم في الثانية، وَبِزَاوِيَةٍ قَدْرُهَا (30) دَرَجَةً، مُحْدِثًا فِي تِلْكَ المِنَاطِقَةِ الجَبَلِيَّةِ حُفْرَةً بَلَغَ عُمُقُهَا يَوْمَهَا (1000) مِترًا، غَاصَ فِي أَعْمَاقِهَا مَا تَبَقِيَ مِنْ ذَلِكَ النيزك الذي تَنَاقَرَتْ مِنْهُ شَطَايَا قَدَّرَ حَجْمُهَا بِـ (15) كم 3، أَكْثَرُهَا كَانَ مِنَ الصُّخُورِ الجَبَلِيَّةِ الَّتِي تَحَطَّمَتْ وَتَنَاقَرَتْ، بِفِعْلِ قُوَّةِ الصَّدْمَةِ، إِلَى مَسَافَاتٍ تَجَاوَزَتْ (15) كم.

وَتَشَكَّلَ فِي وَسْطِ تِلْكَ الحُفْرَةِ - حَيْثُ غَاصَ النيزكُ - مُرْتَفَعٌ مِنَ الأرض، تُحِيطُ بِهِ مِنتَقَةٌ تُشَبِّهُ الأَخْدُودَ العَرِيضَ الَّذِي قَامَتِ اللِّحَاقَاتُ بِرَدِّهِ.

وَقَدْ شَبَّهَ العُلَمَاءُ المَشْهَدَ الَّذِي كَانَتْ عَلَيْهِ هَذِهِ الحُفْرَةُ بِمَشَاهِدِ الحُفَرَاتِ النيزكية القمرية التي لَا تَزَالُ مَحْفُوظَةً عَلَى حَالِهَا تَقْرِيْبًا حَتَّى اليَوْمِ، لِعَدَمِ وُجُودِ جَوٍّ حَوْلَ القَمَرِ يُسَاعِدُ عَلَى نُشُوءِ عَمَلِيَّاتٍ حَتٍّ وَنَقْلٍ وَرَدَمٍ كَالَّتِي يَشْهَدُهَا سَطْحُ الأرض.

كَمَا بَيَّنَّتِ الدِّرَاسَةُ بِأَنَّ ارْتِطَامَ نيزك (نوردلنجن) بِجِبَالِ الألبِ قَدْ أَحْدَثَ صَدْعًا تَحْتَ الحُفْرَةِ الَّتِي نَتَجَتْ عَنْ سُقُوطِهِ، وَصَلَ عُمُقُهُ إِلَى (6) كيلومترات.

2) حُفْرَةُ (ستانهايم) :

وَتَقَعُ هَذِهِ الحُفْرَةُ فِي جَنُوبِ غَرْبِ (ألمانيا)، عَلَى مَسَافَةٍ (30) كم بِاتِّجَاهِ الغَرْبِ مِنْ حُفْرَةِ (نوردلنجن)، وَقَدْ نَتَجَتْ عَنْ سُقُوطِ نيزكٍ ضَخْمٍ، كَانَتْ فَتْرَةُ سُقُوطِهِ مُتَقَارِبَةً مَعَ الفَتْرَةِ الَّتِي سَقَطَ فِيهَا نيزك (نوردلنجن).

وَكَمَا حَدَّثَ لِلحُفْرَةِ الأولى مِنْ رَدَمٍ، فَإِنَّ حُفْرَةَ (ستانهايم) رُدِمَتْ هِيَ الأُخْرَى بِفِعْلِ اللِّحَاقَاتِ، وَنَشَأَ مَكَانُهَا سَهْلٌ يُعْرَفُ اليَوْمَ بِاسْمِ (سهلِ ستانهايم).

3) حُفْرَةُ شَمَالِ كَنَدَا :

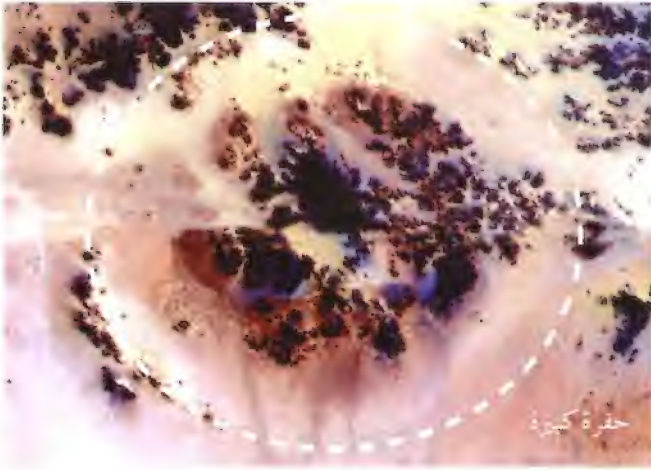
يَعْتَقِدُ العُلَمَاءُ بِأَنَّ (خَلِيجَ هِدسن) الواقع في شَمَالِ شَرْقِ



في مِصْر. وذلك أثناء دراستهم لِصُورِ التَّقَطُّنِهَا الْأَقْمَارُ الصَّنِيعَةِ لِلْمِنْطَقَةِ.

مَسَاحَةُ هَذِهِ الْحُفْرَةِ أَكْبَرُ مَرَّتَيْنِ مِنْ أَكْبَرِ حُفْرَةِ نِيزِكِيَّةٍ مَعْرُوفَةٍ فِي الصَّحْرَاءِ الْكُبْرَى، وَأَكْبَرُ (25) مَرَّةً مِنْ حُفْرَةِ (بارنغر) الشَّهِيرَةِ فِي صَحْرَاءِ أَرِيزُونَا.

وَقَدْ أَطْلَقَ الْعُلَمَاءُ عَلَى الْحُفْرَةِ، الَّتِي تَبْدُو عَلَى شَكْلِ إِطَارٍ خَارِجِي يُحِيطُ بِحَلْقَةٍ دَاخِلِيَّةٍ اسْمُ (Kebira)، أَيِ (كَبِيرَةٍ) بِاللُّغَةِ الْعَرَبِيَّةِ. هَذَا الْحَجْمُ الْكَبِيرُ لِلْحُفْرَةِ يُفْتَرَضُ أَنَّ نِيزَكَأً كَبِيراً رُبَّمَا يَصِلُ قُطْرُهُ إِلَى (1.2 كم) قَدْ ضَرَبَ الْمِنْطَقَةَ مُنْذُ مَلَايِينَ السَّنِينَ، مُسَبِّباً دَمَاراً هَائِلاً أَمْتَدَّ لِمِائَاتِ الْكِيلُومِتَرَاتِ.



### أَكْبَرُ نِيزِك

يُوجَدُ أَكْبَرُ نِيزِكٍ فِي الْعَالَمِ فِي (هوبا) فِي نَامِيبِيَا، حَيْثُ اكْتِشَفَ عَامَ 1920م، وَيَبْلُغُ وَزْنُهُ (3 طن)، وَقُطْرُهُ (3 أمتار). لَكِنَّ الْأَرْضَ تَعَرَّضَتْ لِقِصْفٍ نِيزِكِيٍّ مِنْ حِجَارَةٍ أَكْبَر. إِذْ يَعْتَقِدُ الْعُلَمَاءُ أَنَّ النِّيزِكَ الَّذِي ضَرَبَ تَانغُوسْكََا فِي سِيبِيرِيَا وَحَرَّقَ مَنَاطِقَةً تَصِلُ إِلَى نَحْوِ (2100 كم) يَصِلُ قُطْرُهُ إِلَى حَوَالِي (50 - 60) مِتْراً.

وَهِيَ حُفْرَةٌ تَقَعُ قُرْبَ الْخَانِقِ الْمَعْرُوفِ بِاسْمِ (خَانِقِ دِيَابِلُو)، أَوْ (أُخْدُودِ دِيَابِلُو)، وَالْقَائِمِ فِي وِلَايَةِ (أَرِيزُونَا) فِي أَقْصَى جَنُوبِ غَرْبِ (الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ). وَقَدْ تَشَكَّلَتْ هَذِهِ الْحُفْرَةُ مُنْذُ (50) أَلْفِ عَامٍ. وَيَبْلُغُ طُولُ قُطْرِهَا (1200م)، وَعُمُقُهَا (100م). وَقَدْ قَدَّرَ الْعُلَمَاءُ بِأَنَّ النِّيزِكَ الَّذِي تَسَبَّبَ فِي إِحْدَائِهَا يَزِنُ أَكْثَرَ مِنْ (10) آلَافِ طَن. وَقَدْ أُمِكنَ الْعُثُورُ عَلَى شَطَائِيا كَانَتْ قَدْ تَطَايَرَتْ مِنْهُ، وَمِنْ صُخُورِ الْحُفْرَةِ، فِي دَائِرَةٍ مِنَ الْأَرْضِ يُقَدَّرُ قُطْرُهَا بِحَوَالِي (20) كم، كَمَا لَا تَزَالُ التَّشَقُّقَاتُ وَالصُّدُوعُ الَّتِي انْتَابَتْ الْأَرْضَ الْمُحِيطَةَ بِالْحُفْرَةِ بَادِيَةً حَتَّى الْيَوْمِ، لَمْ تَسْتَطِعِ الْعَوَامِلُ الطَّبِيعِيَّةُ إِخْفَاءَهَا. وَقَدْ دُعِيَتْ هَذِهِ الْحُفْرَةُ بِاسْمِ (بارنغر) تَكْرِيمًا لِمُهَنْدِسِ التَّعْدِينَ (د. م. بارنغر).

### (5) حُفْرَةُ (الدُّنْبُ الْإِغْرِيْقِي) :

تُعَدُّ هَذِهِ الْحُفْرَةُ مِنْ أَحْدَثِ الْحُفَرِ النِّيزِكِيَّةِ، إِذْ نَشَأَتْ عَنْ سُقُوطِ نِيزِكٍ فِي عَامِ 1947م، فِي شَمَالِ غَرْبِ (أُسْتَرَالِيَا). وَنَظَرًا لِحَدَاثَةِ هَذِهِ الْحُفْرَةِ، فَإِنَّ الْمَكَانَ الَّذِي دُفِنَ فِيهِ النِّيزِكُ لَا يَزَالُ وَاضِحًا، تَمَثُّلُهُ الْمِنْطَقَةُ الْمُرتَفِعَةُ فِي وَسْطِ الْحُفْرَةِ، وَالْمُحَاطَةُ بِأُخْدُودٍ قَائِمٍ بَيْنَهَا وَبَيْنَ أَطْرَافِ الْحُفْرَةِ.

### (6) حُفْرَةٌ مُتَفَرِّقَةٌ فِي (أُسْتَرَالِيَا) :

لَقَدْ تَمَّ اكْتِشَافُ (14) حُفْرَةٍ نِيزِكِيَّةٍ فِي (أُسْتَرَالِيَا) تُشَبِّهُ حُفْرَةَ (وولف غريك)، وَتُعَدُّ مِنْ أَحْدَثِ الْحُفَرِ النِّيزِكِيَّةِ فِي الْعَالَمِ الَّتِي تَمَّ اكْتِشَافُهَا حَتَّى الْيَوْمِ.

### (7) حُفْرَةُ (كَبِيرَةٍ) :

فِي عَامِ 2005 م، اكْتِشَفَ فَرِيقٌ مِنْ عُلَمَاءِ جَامِعَةِ بوسطن حُفْرَةَ نِيزِكِيَّةٍ قُطْرُهَا (31 كم) فِي الصَّحْرَاءِ الْغَرْبِيَّةِ





أكبر نيزك في العالم

### الانقراض الخامس

شهد كوكب الأرض منذ نحو 65 مليون سنة، عملية انقراض لبعض الأجناس من الكائنات الحية، ولعل أهم هذه الكائنات كان الديناصورات. ويعود سبب هذا الانقراض الذي أطلق عليه اسم (الانقراض الخامس) إلى سقوط نيزك في منطقة (يوكاتان) في المكسيك في نهاية العهد الكريتاسي Cretaceous.

في العام 1798م، طرح عالم الأحياء الفرنسي (جورج كوفيه) أول الإثباتات العلمية لنظرية الانقراض الجماعي للكائنات جراء سقوط نيازك وغيرها من الأسباب الطبيعية. وخلال قيامه مع مساعده العالم الجيولوجي الفرنسي (ألكسندر برونيار) بعمليات رسم خرائط لحوض مدينة باريس توصلا إلى إعادة تركيب الطبقات الجيولوجية المتعاقبة. وقد لاحظا وجود بقايا أحفورية لحيوانات انقرضت بسبب عوامل طبيعية من كوارث وغيرها، كما اكتشفا أن

هذه الطبقات تحتوي على تنابيع لمياه مالحة و حلوة مما يعني وجود كائنات مختلفة بحسب البيئة.

في عام 1973م، نشر العالم الهولندي (ليه فان فالين) دراسة بعنوان نظرية (المملكة الحمراء) Red Queen Hypothesis عالج فيها مسألة مدة بقاء مجموعة معينة من الكائنات وقارنها بالعدد الذي صمد.

وكان أول من طرح مسألة انقراض الديناصورات جراء سقوط نيزك أو كويكب الجيولوجي (والتر الفاريز) الذي اهتم بدراسة طبقات الأرض في منطقة غوبيو في إيطاليا في عام 1973 م.

لاحظ الفاريز وجود طبقات عضوية (من بقايا الحيوانات والنباتات) تنتمي إلى الفترة الممتدة بين نهاية العهد الكريتاسي وبداية العهد الترياسي في حزام اسمه (حدود كاي تي) KT Boundary تتراكم فيه الطبقات فوق بعضها بعضاً. ومن خلال هذه الطبقات توصل الفاريز إلى أن كائنات





والتر الفاريز



وفي عام 1986م، نشر عالِمَا الإحاثَة Paleontology (دايفد روب) و (جون سيوسكي) دراسةً أشارا فيها إلى أنَّ الكائنات الأرضية تتعرض لعمليات انقراض جماعية بسبب تعرضها إلى وابلٍ من بقايا الشهب و المذنبات التي تمرُّ في مدارها، مرَّة كلَّ (26) مليون سنة.

الأرض تنقرض في موجاتٍ شبه منتظمة فكما يأتي الشتاء مرَّة في العام، تنقرض الكائنات مرَّة كلَّ 26 مليون عاماً. وكان الفاريز لاحظ أنَّ طبقات الأرض في حزام (حدود كاي تي) للفترات التي حدثت فيها الانقراضات، تحمل تركيزاً عالياً من معدن الإيريديوم، وهو موجود في الطبقة التي انقرضت فيها الديناصورات بتركيز يزيد على (10000) مرَّة عن نسبته الطبيعية. وهذه النسبة العالية غير موجودة إلا في النيازك و الأجرام التي تسقط على الأرض. وهكذا استنتج الفاريز في نظريته العلمية التي نشرها عام 1980م، أنَّ موجات الانقراض المفاجئة تحدث بسبب نيازك أو كويكبات ترتطم بالأرض كل فترة معينة من الزمن!

وقد عززت طروحات الفاريز في عام 1981م، إثر اكتشاف مكان ارتطام النيزك الذي يفترض أنه قضى على الديناصورات في المكسيك.



الانقراض الخامس : شهد كوكب الأرض منذ نحو 65 مليون سنة، عملية انقراض لبعض الأجناس من الكائنات الحية، ولعل أهم هذه الكائنات كان الديناصورات.



# استكشاف الفضاء

---





لبنان - بيروت - ص.ب : 11/6918 الرمز البريدي 11072230

تلفاكس : 01 791668

سورية - حلب - ص.ب : 415 هاتف : 2115773 / 2116441

فاكس : 2125966



## تمهيد

طِفْلَةٌ صَغِيرَةٌ فِي مَهْدِهَا، هَذِهِ الْحَضَارَةُ الْبَشَرِيَّةُ الْمُعَاصِرَةُ، تَنْظُنُّ أَنَّهَا إِذَا وَصَلَتْ بِسَوَابِرِهَا تُخَوِّمُ الْمَجْمُوعَةَ الشَّمْسِيَّةَ أَنَّهَا قَدْ نَفَذَتْ مِنْ أَقْطَارِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ .  
يُمْكِنُنَا أَنْ نَقُولَ إِنَّهَا خُطْوَةٌ فِي رِحْلَةٍ مَسَافَتُهَا آلَافُ الْمِليَارَاتِ مِنَ السَّنِينَ الضَّوئِيَّةِ، إِلَّا أَنَّ الْأَمْرَ الْجَيِّدَ أَنَّ الْبَشَرِيَّةَ قَدْ خَطَّتْهَا .

لَا شَكَّ أَنَّ النَّاسَ تَصْعَدُ لِلسَّمَاءِ بِأَرْوَاحِهَا مِنْذُ عَهْدِ آدَمَ وَحَتَّى اللَّحْظَةِ، لَكِنَّ الْأُمْنِيَّةَ أَصْبَحَتْ الصُّعُودَ بِالْجَسَدِ وَالرُّوحَ مَعًا . وَلَنْ يُؤْتَى هَذَا أَحَدًا - مَاعِدَا الْأَنْبِيَاءِ وَالرُّسُلِ - إِلَّا بِسُلْطَانِ الْعِلْمِ، فَمَنْ أَخَذَ بِأَسْبَابِهِ وَصَلَ وَمَنْ لَمْ يَأْخُذْ بِبَقِي مَكَانَهُ حَتَّى يَرِثَ اللَّهُ الْأَرْضَ وَمَنْ عَلَيْهَا .

لَقَدْ صَنَعَ قِصَّةَ اسْتِكْشَافِ الْفَضَاءِ رِجَالٌ وَعُلَمَاءُ دُولَ، لَا شَكَّ أَنَّ لَهُمُ الْفَضْلَ الْأَكْبَرَ فِي نَسْجِ أَحْدَانِهَا، تَوَجَّحَتْ بِهَبُوطِ أَوَّلِ رَجُلٍ عَلَى الْقَمَرِ . ثُمَّ تَوَالَتْ سِلْسِلَةُ الاسْتِكْشَافَاتِ لِتَشْمَلَ الْكَوَاكِبَ الْمُجَاوِرَةَ لَنَا ثُمَّ الْبَعِيدَةَ عَنَّا .

وَلَمْ يَشْهَدْ تَارِيخُ الْعِلْمِ حَمَلَةً اسْتِكْشَافِيَّةً مُكَنَّفَةً لِتِلْكَ الَّتِي تُشْنُ عَلَى الْمَرِيخِ، فَالْتَّحْضِيرَاتُ جَارِيَةٌ عَلَى قَدَمٍ وَسَاقٍ لِإِنْزَالِ الْبَشَرِ عَلَيْهِ فِي غُضُونِ السَّنَوَاتِ الْقَلِيلَةِ الْقَادِمَةِ .

صِنَاعَةُ الْفَضَاءِ صِنَاعَةٌ مُرَبِّحَةٌ جِدًّا، وَقَدْ تَفُوقُ مَشْرُوعَاتِهَا أحيانًا مِيزَانِيَّةَ دُولَ، لَكِنَّ مَرْدُودَهَا الْعِلْمِيَّ وَالْمَالِيَّ شَيْءٌ يَفُوقُ الْخَيَالَ . نَاهِيكَ عَنْ إِمْكَانِيَّةِ السَّيْطَرَةِ عَلَى أَيِّ مَكَانٍ الْأَرْضِ مِنَ الْفَضَاءِ .

لَقَدْ قَالَ الْأَمْرِيكَانُ يَوْمًا مَا «مَنْ يَمْلُكُ الْفَضَاءَ يَمْلِكُ السِّيَادَةَ» وَلَا شَكَّ أَنََّّهُمْ عَلَى هَذِهِ الرُّؤْيَةِ وَالْفَلَسَفَةِ مُسْتَمَرُّونَ، لَيْسَ لِلْسِّيَادَةِ عَلَى الْأَرْضِ فَقَطْ بَلْ وَكَوَاكِبِ الْمَجْمُوعَةِ الشَّمْسِيَّةِ ثُمَّ فِي أَيِّ مَكَانٍ يُشِيرُ إِلَى تَوْفُرِ الْحَيَاةِ عَلَى سَطْحِهِ فِي الْكَوْنِ .



" ذاك الذي يستطيع اختراق الآفاق الشاسعة بصره،  
 ويبري عوالم فوق عوالم تُشكّل كوناً واحداً،  
 ويلاحظ كيف يتداخل نظام مع نظام،  
 وأي كواكب أخرى تدور حول نجوم أخرى،  
 وأي كائنات مختلفة تقطن كل نجم،  
 يمكنه إخبارنا لماذا جعلتنا السموات على ما نحن عليه "

من مقالة عن الإنسان (الكنسندر بوب).

## استكشاف الفضاء



5	المحاولات الأولى لاستكشاف الفضاء
7	عصر الصواريخ
17	من الصواريخ إلى الأقمار الصناعية
23	اقتحام الإنسان للفضاء الكوني
28	الهبوط على سطح القمر
32	استكشاف المذنبات
34	الأقمار الصناعية
52	ممسك الفضاء
57	المحطات الفضائية المدارية
60	المكوك الفضائي
64	الصناعات والعلوم التي طورها عصر الفضاء
70	صناعة الفضاء الرابحة
74	التعاون الدولي في مجال استكشاف الفضاء
75	قانون الفضاء الخارجي ونشريعاته
77	البحث عن كواكب أخرى في الكون



السَّاحِنِ بِوَسَاطَةِ شُعْلَةٍ وُضِعَتْ تَحْتَ فَوْهَيْهِ الْمَفْتُوحَةِ، ثُمَّ أَطْلَقَاهُ فِي الْجَوِّ، دُونَ أَنْ يَكُونَ فِي الْمَقْصُورَةِ الْمَكْشُوفَةِ، وَالْمَشْدُودَةِ إِلَى أَسْفَلِهِ، أَحَدٌ. وَقَدْ اسْتَمَرَّ فِي الِارْتِفَاعِ حَتَّى بَلَغَ عُلُوَّ (2000) مِثْرًا، حَيْثُ انْتَهَى وَقُودُ الشُّعْلَةِ، وَأَخَذَ الْهَوَاءُ الْمَوْجُودُ فِيهِ بِالتَّبَرُّدِ، وَعِنْدَهَا ابْتَدَأَ بِالْهُبُوطِ نَحْوَ سَطْحِ الْأَرْضِ. وَعِنْدَمَا أَعَادَا إِطْلَاقَهُ فِي الْجَوِّ ثَانِيَةً، وَضَعَا فِي الْمَقْصُورَةِ الْمَشْدُودَةِ إِلَيْهِ بِحَبَالٍ، خَرُوفًا وَدَجَاجَةً وَبَطَّةً، لِمَعْرِفَةِ مَدَى تَأْثِيرِ الِارْتِفَاعِ فِي الْجَوِّ عَلَى الْأَحْيَاءِ.

وَلَمَّا عَادَتْ تِلْكَ الْحَيَوَانَاتُ سَلِيمَةً إِلَى الْأَرْضِ بَعْدَ رِحْلَتِهَا الْجَوِّيَّةِ، تَقَرَّرَ أَنْ يَتِمَّ صُعُودُ إِنْسَانٍ بِهِ إِلَى الْفَضَاءِ.

وَأَوَّلُ مَنْ تَطَوَّعَ لِلتَّحْلِيْقِ بِذَلِكَ الْمِنْطَادِ، الْعَالِمُ الْفِيْزِيَاءِي (جان فرانسوا بيلتر دي روزي) وَرَجُلُ الْجَيْشِ الْمَاجُور (فرانسوا لاورينت دار لاندیس) الرَّابِعِ. وَقَدْ ظَلَّ مُحَلِّقِينَ فِيهِ فِي الْفَضَاءِ، عَلَى ارْتِفَاعِ (300) مِثْرًا، لِمُدَّةِ 25 دَقِيقَةً، قَطْعًا خِلَالَهَا مَسَافَةً (9) كِيلُومِثْرَاتٍ، حَيْثُ هَبَطَا بَعْدَهَا إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ بِسَلَامٍ.

أَوَّلُ مِنْطَادٍ يَعْمَلُ بِالْهَوَاءِ الْحَارِّ

وَفِي يَوْمِ 7 كَانُونِ الثَّانِي عَامَ 1874 م، قَامَ بِلَانْشَارُ بِعُبُورِ بَحْرِ الْمَانْشِ قَاطِعًا الْمَسَافَةَ بَيْنَ فَرَنْسَا وَالْمَمْلَكَةِ الْمُتَّحِدَةِ وَالَّتِي بَلَغَتْ حَوَالِي (30) كِيلُومِثْرًا.

ثُمَّ ظَهَرَتْ فِكْرَةٌ إِثْلَاءِ الْمِنْطَادِ بِغَازِ الْهَيْدْرُوجِينِ بَدَلِ الْهَوَاءِ السَّاحِنِ، عَلَى يَدِ تِيْرِبُوسِ كَافَالُلو، مِمَّا أَعْطَاهُ قُدْرَةً أَكْبَرَ لِقَطْعِ مَسَافَاتٍ أَطْوَلَ وَبُلُوْغِ ارْتِفَاعَاتٍ أَعْلَى، إِذْ لَا يَحْتَاجُ هَذَا الْغَازُ إِلَى شُعْلَةٍ تُسَخِّنُهُ، كَمَا هُوَ الْحَالُ فِي الْهَوَاءِ، لِأَنَّ خِفَةَ غَازِ الْهَيْدْرُوجِينِ

## استكشاف الفضاء

### Exploring space



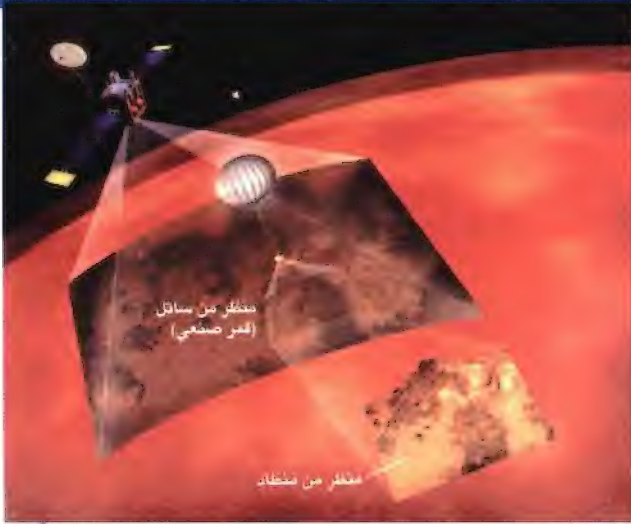
أَوَّلَى الْبُودَارِ الَّتِي ظَهَرَتْ فِي عَالَمِ اسْتِكْشَافِ الْفَضَاءِ، الْمُحَاوَلَاتُ الَّتِي قَامَ بِهَا عَدَدٌ مِمَّنْ رَاوَدَتْهُمْ فِكْرَةُ الِارْتِفَاعِ عَنْ سَطْحِ هَذِهِ الْأَرْضِ، وَاسْتِخْدَامِ الْجَوِّ فِي الْإِنْتِقَالِ مِنْ مِثْقَلَةٍ إِلَى أُخْرَى.

## المُحَاوَلَاتُ الْأَوَّلَى لاسْتِكْشَافِ الْفَضَاءِ

### الْمِنْطَاد

أَوَّلُ مُحَاوَلَةٍ نَاجِحَةٍ فِي مَجَالِ الِارْتِفَاعِ عَنْ سَطْحِ الْأَرْضِ، الْمُحَاوَلَةُ الَّتِي قَامَ بِهَا الْأَخْوَانِ الْفَرَنْسِيَّانِ (جوزيف ميشيل مونغولفييه) وَ(جاك أتيين مونغولفييه) اللَّذَانِ كَانَا يَمْلِكَانِ مَعْمَلًا لِصُنْعِ الْوَرَقِ، حَيْثُ صَنَعَا مِنْطَادًا Balloon مِنَ الْقِمَاشِ الْكَتَّانِيِّ، وَعَلَفَاهُ بِالْوَرَقِ الْمُرْخَرَفِ، بَلَغَ قُطْرُهُ (10.5) أَمْتَارًا، وَقَامَا يَوْمَ 21 تَشْرِينِ الثَّانِي عَامَ 1783 م، بِمَلِّئِهِ بِالْهَوَاءِ





مَنَاطِدِ الْفَضَاءِ ؛ يُمكنُ لهذا النوعِ مِنَ المَنَاطِدِ الفائقِ الضَّغْطِ أَنْ يَحْلُقَ فِي الاِثْنِادَاتِ العُلَيَا لِطَبَقَةِ السْتِرَاتوسفير لِمَدَّةِ تَصُلُّ (100) يَوْمَ، وَهُوَ سَيَتِيحُ لِلْعُلَمَاءِ رُؤْيَا الكَوْنِ وَمُحتَوَاهُ بِكَلْفَةٍ أَقَلِّ بِكَثِيرٍ مِنَ الشُّغْنِ الفَضَائِيَّةِ. وَلَدَى إِرْسَالِ أَحَدِ هَذِهِ المَنَاطِدِ إِلَى كَوْكَبٍ مَا وَتَرَكِبَ كَامِيرَا عَلَيَّهَا، فَإِنَّهَا تَسْتَطِيعُ أَنْ تَرَى أَجْسَامًا عَلَى سَطْحِ الكَوْكَبِ أَقْرَبُ بِـ (10000) مَرَّةٍ مِمَّا تَسْتَطِيعُهُ كَامِيرَا تَحْمِلُهَا سَفِينَةٌ فَضَائِيَّةٌ أَوْ قَمَرٌ صَنَعِيٌّ.

كَمَا زُوِّدَ بِمِيَاهٍ بَارِدَةٍ وَسَاخِنَةٍ. وَقَدْ قَامَ هَذَا المِنْطَادُ بِـ 62 رِحْلَةً خِلَالَ 14 شَهْرًا، مِنْهَا 75 رِحْلَةً قَطَعَ فِي كُلِّ مِنْهَا المُحِيطَ الأَطْلَسِيَّ بَيْنَ الوِلَايَاتِ المُتَّحِدَةِ وَأُورُوبَا الغَرْبِيَّةِ.

### الطَّائِرَاتِ

فِي عَامِ 1903م، كَانَ التَّفَكُّيرُ بِاسْتِخْدَامِ وَسِيلَةٍ أُخْرَى، غَيْرِ المِنْطَادِ، لِلتَّحْلِيْقِ فِي الجَوِّ، قَدْ تَحَقَّقَ عَلَى أَيْدِي الأَخَوَيْنِ الأَمِيرِكَيْنِ (أُورْفِيل رَايت) وَ(وِيلْبُور رَايت) عِنْدَمَا تَمَكَّنَا فِي



وَحَدَّهَا كَافِيَةً لِإِصَالِهِ إِلَى طَبَقَاتِ الجَوِّ العُلَيَا، وَيَكْفِي أَنْ نُفَرِّغَ الغَازَ مِنْهُ شَيْئًا فَشَيْئًا حَتَّى يَهْبِطَ بِنَا إِلَى سَطْحِ الأَرْضِ.

وَلَمْ يَأْتِ عَامَ 1836م، حَتَّى كَانَتْ صِنَاعَةُ المَنَاطِدِ قَدْ تَطَوَّرَتْ، كَمَا جَرَى تَزْوِيدُهَا بِأَجْهَزةٍ تَقِي الَّذِينَ يَمْتَطُونَهَا مِنْ خِفَّةِ الضَّغْطِ وَقَلَّةِ غَازِ الأوكْسِجِينِ عِنْدَ الإِرْتِفَاعِ إِلَى عُلُوِّ شَاهِقٍ فِي الجَوِّ.

وَكَانَ الإِنْكَلِيزِيُّ شَارْلُ غَرِين هُوَ أَوَّلُ مَنْ اسْتَطَاعَ قَطَعَ مَسَافَةً طَوِيلَةً بِالمِنْطَادِ بَلَّغَتْ (670) كِيلُومِترًا، مُسْتَفِيدًا مِنَ التِّيَّارَاتِ الهَوَائِيَّةِ الجَوِّيَّةِ فِي دَفْعِهِ. وَفِي عَامِ 1852م، حَلَّقَ الفَرَنْسِيُّ غِيْفَارْدُ فَوْقَ مَدِينَةِ بَارِيسَ، حَيْثُ أَخَذَ يُوجِّهُ مِنتَادَهُ بِوَسَاطَةِ مُحَرِّكٍ بُخَارِيٍّ، وَكَانَتْ تِلْكَ هِيَ المَرَّةُ الأُولَى الَّتِي لَا يَتِمُّ الإِعْتِمَادُ فِيهَا عَلَى التِّيَّارَاتِ الهَوَائِيَّةِ فِي الإِنْتِقَالِ بِالمِنْطَادِ مِنْ مَكَانٍ إِلَى آخَرَ فِي الجَوِّ.

وَفِي عَامِ 1900م، قَامَ الأَلْمَانِيُّ فِرْدِينَانْدُ فُون سِيْلِينِ بِصُنْعِ مِنتَادٍ عُرِفَ بِاسْمِهِ، مِنتَادَ سِيْلِينِ أَوْ مِنتَادَ زِيْلِينِ، وَكَانَ أَكْبَرَ وَأَشْهَرَ مِنتَادٍ مُوجَّهٍ بِمُحَرِّكٍ بُخَارِيٍّ تَمَّ صُنْعُهُ حَتَّى ذَلِكَ العَامِ. وَقَدْ أَعَدَّهُ صَانِعُهُ لِيَقُومَ بِنَقْلِ الرُّكَّابِ بَيْنَ مَدِينَتَيْ كُونِسْتَانْسَ، الوَاقِعَةِ عَلَى الحُدُودِ الجَنُوبِيَّةِ لِأَلْمَانِيَا، وَزُورِيخِ الوَاقِعَةِ فِي سُوِيْسَرَا.

وَفِي عَامِ 1924م، أَمَكَّنَ لِنَوْعٍ مُتَطَوِّرٍ مِنْ هَذَا المِنْطَادِ أَنْ يَقْطَعَ المُحِيطَ الأَطْلَسِيَّ، بَيْنَ أُوْرُوبَا وَالْوِلَايَاتِ المُتَّحِدَةِ الأَمِيرِكِيَّةِ، حَيْثُ تَزِيدُ المَسَافَةُ عَلَى (6500) كَم.

ثُمَّ بَدَأَ اسْتِخْدَامُ المَنَاطِدِ عَلَى نِطَاقٍ وَاسِعٍ فِي مَجَالِ الخِدْمَاتِ المَدَنِيَّةِ وَالْعَمَلِيَّاتِ العَسْكَرِيَّةِ، وَبِخَاصَّةٍ عِنْدَمَا قَامَتِ الحُكُومَةُ الأَلْمَانِيَّةُ بِصُنْعِ مِنتَادٍ دَعَتْهُ مِنتَادُ هِينْدِنُورْغِ الَّذِي بَدَأَ اسْتِعْمَالُهُ عَامَ 1936م، وَكَانَ يَسْعُ لـ 72 رَاكِبًا، كُلُّ رَاكِبَيْنِ مِنْهُمَا فِي غُرْفَةٍ خَاصَّةٍ. وَقَدْ زُوِّدَ بِصَالَةٍ لِلطَّعَامِ، وَأُخْرَى لِلرَّاحَةِ، بِالإِضَافَةِ إِلَى بَهْوٍ وَاسِعٍ، وَضِعَ فِي رُكْنٍ مِنْهُ آلَةُ بِيَانُو،



الَّتِي تُسَاعِدُ عَلَى اسْتِيعَابِ مَا بَيْنَ (750 - 1000) مُسَافِرٍ دُفْعَةً وَاحِدَةً مَعَ مَا يَحْمِلُونَهُ مِنْ مَتَاعٍ. وَلَا يَزَالُ تَطْوِيرُ الطَّائِرَاتِ الْمَدَنِيَّةِ وَالْعَسْكَرِيَّةِ مُسْتَمِرّاً لِتَحْقِيقِ نَتَائِجٍ أَفْضَلَ.

### عَصْرُ الصَّوَارِيخِ

إِذَا كَانَ إِطْلَاقُ أَوَّلِ صَارُوخٍ Rocket إِلَى الْجَوِّ قَدْ تَمَّ بِنَجَاحٍ يَوْمَ 16 آذَارَ عَامَ 1926م، عَلَى يَدِ الْعَالِمِ الْأَمِيرِكِيِّ (روبرت غودارد) بَوَسَاطَةِ الْوُقُودِ السَّائِلِ الْمُوَلَّفِ مِنَ الْكِبْرُوسِيِّنِ وَالْهَيْدُرُوجِيِّنِ السَّائِلِ، فَإِنَّ التَّفَكُّيرَ فِي اسْتِكْشَافِ الْفَضَاءِ عَنْ طَرِيقِ الصَّوَارِيخِ قَدْ جَاءَ عَلَى لِسَانِ كُتَّابِ الْقَصَصِ مُنْذُ الْقَرْنِ السَّابِعِ عَشَرَ، حَيْثُ قَدَّمَ الشَّاعِرُ وَالْكَاتِبُ الْقَصَصِيُّ الْفَرَنْسِيُّ (سِيرَانُو دِي بَرَجْرَاك) قِصَّتَهُ بِعُنْوَانِ رِحَالَاتٍ إِلَى الْقَمَرِ وَالشَّمْسِ ابْتِكَارَ فِيهَا طَرِيقَةً يَنْطَلِقُ فِيهَا الْإِنْسَانُ نَحْوَهُمَا بَوَسَاطَةِ صَارُوخٍ مُرَوِّدٍ بِمُحَرِّكِ نَفَاطٍ؛ وَعِنْدَ نَفَازِ وَقُودِهِ، تَقُومُ الطَّاقَةُ الْكَامِنَةُ فِي حَرَارَةِ الشَّمْسِ بِإِصْصَالِهِ نَحْوَ الْقَمَرِ، ثُمَّ نَحْوَ الشَّمْسِ.

وَفِي عَامَ 1865م، قَدَّمَ الْكَاتِبُ الْأَمِيرِكِيُّ جُولُ فِيرِن قِصَّتَهُ بِعُنْوَانِ مِنَ الْأَرْضِ إِلَى الْقَمَرِ. وَاعْتَمَدَ فِي رِحْلَتِهِ الْخَيَالِيَّةِ تِلْكَ عَلَى مَرْكَبَةٍ فَضَائِيَّةٍ تَطْلُقُ نَحْوَ الْقَمَرِ، مَعَ رَاكِبِيهَا، بَوَسَاطَةِ مِدْفَعٍ صَخْمٍ. وَنَظَرًا لِاسْتِخْدَامِهِ قَوَانِينِ فِيزِيَاءِيَّةٍ وَكِيمِيَاءِيَّةٍ وَرِيَاءِيَّةٍ، كَانَ يَدْعُمُ بِهَا آرَاءَهُ الَّتِي سَاعَدَهُ عَلَى اسْتِخْدَامِهَا، فِي هَذَا الْمَجَالِ، صِهْرُهُ، وَهُوَ مُهَنْدِسٌ فِيزِيَاءِيٌّ، فَقَدْ تَمَكَّنَ مِنْ جَعْلِ قِصَّتِهِ الْخَيَالِيَّةِ أَقْرَبَ مَا تَكُونُ إِلَى الْحَقِيقَةِ وَالتَّصْدِيقِ.



روبرت غودارد أمام صاروخه

ذَلِكَ الْعَامِ مِنْ صُنْعِ طَائِرَةٍ خَفِيفَةِ الْوِزْنِ، ذَاتِ مِرْوَحَةٍ تُدَارُ بِمُحَرِّكِ صَغِيرٍ يَعْمَلُ بِالْبَنْزِينِ. وَقَدْ اسْتَطَاعَ وَبِلِبُورُ أَنْ يَطِيرَ بِهَا لِمُدَّةٍ دَقِيقَةٍ وَاحِدَةٍ، قَاطِعاً خِلَالَهَا مَسَافَةَ (260) مِثْرًا. وَفِي السَّنَةِ التَّالِيَةِ، أَيَّ فِي عَامِ 1904م، وَبَعْدَ أَنْ أَدْخَلَ الْأَخْوَانُ رَايتَ تَعْدِيلَاتٍ كَثِيرَةً عَلَى طَائِرَتَيْهِمَا، اسْتَطَاعَا أَنْ يَقْطِعَا بِهَا مَسَافَةَ (45) كِيلُومِثْرًا خِلَالَ سَاعَةٍ وَاحِدَةٍ.

وَعِنْدَمَا حُلَّ عَامَ 1910م، كَانَ فَرِيقٌ مِنْ مُهَنْدِسِي الطَّائِرَاتِ قَدْ اسْتَطَاعَ صُنْعَ طَائِرَاتٍ يُمَكِّنُهَا قَطْعَ مَسَافَاتٍ طَوِيلَةٍ، وَعَلَى ارْتِفَاعَاتٍ عَالِيَةٍ، حَيْثُ تَمَكَّنَ (جِيوشافيز) مِنْ أَنْ يَبْلُغَ ارْتِفَاعَ (2400) مِثْرٍ فِي الْجَوِّ، كَمَا تَمَكَّنَ (رولان غاروس) مِنْ اجْتِيَازِ مَسَافَةَ (760) كِيلُومِثْرًا فَوْقَ الْبَحْرِ الْمُتَوَسِّطِ، بَيْنَ مَرْسِيلِيَا عَلَى السَّاحِلِ الْجَنُوبِيِّ لفرنسا وَبَيْنَ مَدِينَةِ تُونِسَ عَلَى السَّاحِلِ الشَّمَالِيِّ لِتُونِسَ.

وَعِنْدَمَا نَشَبَتِ الْحَرْبُ الْعَالَمِيَّةُ الْأُولَى، لَعِبَتِ الطَّائِرَاتُ الْمُقَاتِلَةُ وَالْقَازِفَةُ وَنَاقِلَاتُ الْجُنُودِ وَالْعَنَادُ دَوْرًا كَبِيرًا فِي سِيرِ الْمَعَارِكِ، كَمَا كَانَ يَتِمُّ تَطْوِيرُ الطَّائِرَةِ لِتُصْبِحَ أَكْثَرَ فَاعِلِيَّةً وَقُدْرَةً عَلَى قَطْعِ الْمَسَافَاتِ الطَّوِيلَةِ.

وَفِي يَوْمِ 14 حَزْرِيَّانَ عَامَ 1919م، اسْتَطَاعَ الضَّابِطَانِ الْإِنْكِلِيزِيَّانِ (جون الكوك) وَ(أرتورفيتين براون) اجْتِيَازَ الْمُحِيطِ الْأَطْلَسِيِّ بِطَائِرَةٍ عَسْكَرِيَّةٍ مِنْ نَوْعِ الْقَازِفَاتِ الثَّقِيلَةِ، قَاطِعِينَ مَسَافَةَ (6000) كَمَ بَيْنَ جَزِيرَةِ نِيُوفَاونَ لَانْدَ فِي شَمَالِ شَرْقِ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ وَأَيْرْلَنْدَةَ فِي غَرْبِ قَارَةِ أَوْرُوبَا خِلَالَ 16 سَاعَةٍ دُونَ تَوَقُّفٍ؛ إِنَّمَا انْتَهَتْ رِحْلَتُهُمَا بِتَحَطُّمِ طَائِرَتَيْهِمَا أُنْتَاءَ هُبُوطِهِمَا بِهَا فَوْقَ أَيْرْلَنْدَةَ.

وَعِنْدَمَا حَلَّتِ الطَّائِرَاتُ النَّفَاثَةُ مَحَلَّ الطَّائِرَاتِ الْمِرْوَحِيَّةِ، دَخَلَ عَصْرُ الطَّيْرَانِ مَرَحَلَةً جَدِيدَةً، حَيْثُ زَادَتْ قُدْرَةُ الطَّائِرَاتِ عَلَى قَطْعِ مَسَافَاتٍ كَبِيرَةٍ، وَعَلَى بُلُوغِ ارْتِفَاعَاتٍ جَوِّيَّةٍ شَاهِقَةٍ، مَعَ تَحْقِيقِ سُرْعَاتٍ كَبِيرَةٍ فَاقَتْ سُرْعَةَ الصَّوْتِ، بِرَغْمِ صَخَّامَتِهَا



الَّتِي مَزَجَهَا بِتَخَيُّلاتٍ وَتَصَوُّرَاتٍ تَشْدُ الْقَارِئَ الْعَادِيَّ إِلَيْهَا، وَتُبْشِرُ اهْتِمَامَهُ وَتَفَكِيرَهُ بِهَا، فَقَدْ تَحَدَّثَتْ فِي قِصَّتِهِ تِلْكَ عَنِ الْأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ، وَعَنْ مَلَابِسِ الْفَضَاءِ الَّتِي دَعَاها (مَلَابِسِ الْأَثِيرِ)، وَعَنْ اسْتِغْلَالِ طَاقَةِ الشَّمْسِ فِي دَفْعِ الْأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ وَالْمَرْكَبَاتِ الْفَضَائِيَّةِ، وَعَنْ زَرْعِ النَّبَاتَاتِ فِيهَا، حَيْثُ يَحْصُلُ رَوْادُ الْفَضَاءِ فِي تِلْكَ الْمَرْكَبَاتِ عَلَى طَعَامِهِمْ مِنْهَا، كَمَا تُؤْمِنُ لَهُمْ غَارَ الْأُوكْسِجِينِ الضَّرُورِيِّ لِنَتْفُسِهِمْ عَنْ طَرِيقِ قِيَامِ النَّبَاتَاتِ بِعَمَلِيَّةِ التَّمَثِيلِ الضَّوْئِيِّ، التَّمَثِيلِ الْكُلُورُوفِيلِيِّ؛ كَمَا أَشَارَ فِي قِصَّتِهِ تِلْكَ إِلَى حَالَةِ انْعِدَامِ الْوِزْنِ الَّتِي يَخْضَعُ لَهَا رِجَالُ الْفَضَاءِ فِي الْمَرْكَبَةِ، وَعَنْ بَعْضِ الْمَشَاكِلِ الَّتِي سَتُوجِهُهُمْ عِنْدَ خُضُوعِهِمْ لِتِلْكَ الْحَالَةِ، وَمِنْهَا الْاسْتِحْمَامُ، وَكَيْفَ يُمَكِّنُهُمْ حُلُّ هَذِهِ الْمَشْكِلةِ عَنْ طَرِيقِ اسْتِخْدَامِ الصُّبْنُورِ الْمَائِيِّ ذِي الْقُوَّةِ النَّابِذَةِ.

وَقَدْ لَفَتَتْ قِصَّتُهُ الْأَنْظَارَ إِلَيْهِ، وَرَفَعَتْهُ إِلَى مَصَافِ عُلَمَاءِ الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيِّ، وَاحْتِلَالَ مَرْكَزِ مَرْمُوقٍ بَيْنَهُمْ. حَتَّى إِنْ مُؤَلَّفَاتِهِ أُعِيدَتْ طِبَاعَتُهَا عِدَّةَ مَرَّاتٍ، وَبَلَغَتْ جَمِيعَ أَنْحَاءِ الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيِّ بَعْدَ أَنْ أَقْبَلَ عَلَيْهَا الشَّعْبُ بِمُخْتَلِفِ فَنَائِهِ وَمُسْتَوِيَاتِهِ.

وَعِنْدَمَا تَمَّ نَشْرُ دَائِرَةِ مَعَارِفَ عَنِ الْمُواصَلَاتِ بَيْنَ الْكَوَاكِبِ السَّيَّارَةِ، فِي الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيِّ، فِي مَدِينَةِ لِينِينْغَرَادِ، بَيْنَ أَغْوَامِ (1928 - 1932) م، خُصِّصَ مُجَلَّدٌ كَامِلٌ مِنْهَا لِلنَّظَرِيَّاتِ وَالْأَفْكَارِ الَّتِي قَدَّمَهَا تسيولكوفسكي.

(2) روبرت هتشنجز غودارد (1882 - 1945) :

وُلِدَ فِي بَلَدَةِ وُورْشِسْتِر فِي وِلَايَةِ مَاسَاشُوسِتْس فِي شَمَالِ شَرْقِ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ الْأَمِيرِكِيَّةِ. وَقَدْ بَدَأَ حَيَاتَهُ كَمُدْرَسٍ لِمَادَةِ الْفِيزِيَاءِ، مِثْلَ تسيولكوفسكي، إِلَّا أَنَّ وَلَعَهُ بِالْعُلُومِ جَعَلَهُ يَنْكَبُ عَلَى دِرَاسَةِ الرِّيَاضِيَّاتِ، وَبِخَاصَّةِ مَا يَتَعَلَّقُ مِنْهَا بِقَضَايَا الطَّيْرَانِ فِي الْفَضَاءِ. وَلَمَّا أَتَقَنَ ذَلِكَ اتَّجَهَ

وَقَدْ اعْتَرَفَ عُلَمَاءُ الصَّوَارِيخِ، فِيمَا بَعْدُ، بِأَنَّ الْمَرْكَبَةَ الَّتِي صَمَّمَهَا جُولِ فِيرِن تَكَادُ تَكُونُ مَشْرُوعاً بِدَائِيّاً، وَتَصْمِيماً أَوَّلِيّاً لِلصَّوَارِيخِ الَّتِي تَوْصَلُوا إِلَى صُنْعِهَا فِيمَا بَعْدُ. كَمَا سَبَقَ عَصْرُهُ حِينَ تَحَدَّثَ عَنِ الْمُعَالَجَةِ الْفَضَائِيَّةِ الْإِخْتِبَارِيَّةِ، وَعَنِ الْوُصُولِ إِلَى سُرْعَةٍ بِدَائِيَّةٍ تُمَكِّنُ مِنَ الْإِفْلَاتِ مِنْ جاذِبَةِ الْأَرْضِ.

وَقَدْ دَفَعَتْ مِثْلَ هَذِهِ الْقِصَصِ الْكَثِيرِ مِنْ هَوَاةِ الْعِلْمِ إِلَى الْبَحْثِ جَدِيّاً عَنْ وَسَائِلِ تَمَكُّنِهِمْ مِنْ إِيْصَالِ الْأَجْسَامِ بِقُوَّةٍ دَفْعٍ خَاصَّةٍ إِلَى أَعَالِي الْفَضَاءِ، وَكَانَ فِي مُقَدِّمَةِ هَؤُلَاءِ :

(1) قسطنطين إدوارد دوفيتش تسيولكوفسكي :

وَهُوَ مِنْ مَوَالِيدِ عَامِ 1857 م، وَكَانَ أَسْتَاذاً فِي بَلَدَةِ

كالوجا فِي الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيِّ سَابِقاً عَلَى بُعْدِ (160) كَمِ

عَنِ الْعَاصِمَةِ مُوسْكُو، وَكَانَ مُنْذُ صِغَرِهِ مُوَلَعاً بِالْعُلُومِ، لِذَا

كَانَ يَفْتَتِي الْكُتُبَ الْعِلْمِيَّةَ، وَيَقُومُ بِدِرَاسَةٍ عَمِيقَةٍ لَهَا،

حَتَّى أَصْبَحَ مِنَ الرَّاسِخِينَ فِي

العالم الروسي تسيولكوفسكي عِلْمِي الرِّيَاضِيَّاتِ وَالْفِيزِيَاءِ، وَشَعَرَ

عِنْدَهَا بِرَغْبَةٍ جَامِحَةٍ تَشْدُوهُ إِلَى الْإِطْلَاعِ عَلَى عِلْمِ الْمَلَاخَةِ الْجَوِّيَّةِ؛ فَلَمَّا تَيَسَّرَ لَهُ مَا أَرَادَ، قَوِيَ لَدَيْهِ فِكْرُهُ اسْتِكْشَافِ الْفَضَاءِ بِصَّوَارِيخٍ يَسْتَطِيعُ بِوَسَاطَتِهَا أَنْ يُفْلِتَ مِنْ قُوَّةِ جاذِبَةِ الْأَرْضِ.

وَفِي عَامِ 1903 م، نَشَرَ خُلَاصَةً مَا تَوْصَلُ إِلَيْهِ مِنْ مَعَارِفَ وَقَوَانِينِ رِيَاضِيَّةٍ وَفِيزِيَاةٍ، تُمَكِّنُ الصَّوَارِيخَ مِنَ الْإِنْدِفَاعِ فِي الْفَضَاءِ.

وَلِكِنِّي يُوصِلُ أَفْكَارُهُ إِلَى عَامَّةِ النَّاسِ، قَامَ بِتَبْسِيطِهَا عَنْ طَرِيقِ كِتَابَةِ قِصَّةٍ بِعُتْوَانِ (خَارِجِ الْأَرْضِ)، ضَمَّنَهَا نَظَرِيَّاتِهِ





وَاسْتَطَاعَ أَنْ يُؤَمِّنَ لَهُ مِنْ أَحَدِ أَصْدِقَائِهِ الْأَغْنِيَاءِ، وَهُوَ دَانِيَالُ جوجنهايم، مَبْلَغَ (50 أَلْفَ) دُولَارٍ لِيَسْتَعِينَ بِهَا عَلَى إِتْمَامِ مَشَارِعِهِ.

وَعِنْدَهَا انْتَقَلَ غودارد إِلَى مِنتَقَةِ جَدِيدَةٍ تُدْعَى (وادي عدن)، وَتَقَعُ قُرْبَ مَدِينَةِ روسويل، فِي مَقَاطَعَةِ نِيومكسيكو، فِي جَنُوبِ غَرْبِ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، حَيْثُ الشُّهُولُ الْوَاسِعَةُ وَالْمُنَاخُ الْمَلَأُثْمُ.

وَهُنَاكَ أَقَامَ مَعْمَلًا صَغِيرًا لِصِنَاعَةِ الصَّوَارِيخِ، كَانَ يُسَاعِدُهُ فِيهِ ثَلَاثَةُ رِجَالٍ فَقَطْ. وَكَانَ يَقُومُ بِإِعْدَادِ صَارُوخٍ وَيُاطْلِقُهُ مَرَّةً وَاحِدَةً كُلَّ ثَلَاثَةِ أَسَابِيحٍ.

وَقَدْ عَانَى مِنْ تَحْطُمِ الصَّوَارِيخِ عِنْدَ سُقُوطِهَا عَلَى الْأَرْضِ، إِلَى أَنْ اسْتَطَاعَ فِي عَامِ 1937م أَنْ يَزُوْدَهَا بِمِظْلَةٍ تَنْفُتِحُ عِنْدَ بَدْءِ الصَّارُوخِ بِالْهُبُوطِ نَحْوَ سَطْحِ الْأَرْضِ؛ وَهَكَذَا أَصْبَحَتْ صَوَارِيخُهُ تَهْبِطُ مِنْ عَلُوِّ (1000) مِترٍ دُونَ أَنْ تُصَابَ إِلَّا بِتَلَفٍ بَسِيطٍ، كَانَ يَقُومُ بِإِصْلَاحِهِ بِسُهُولَةٍ.

وَلَمَّا نَشَبَتْ الْحَرْبُ الْعَالَمِيَّةُ الثَّانِيَّةُ فِي عَامِ 1939م، اسْتَدْعَتْهُ الْبَحْرِيَّةُ الْأَمِيرِكِيَّةُ لِيَصْنَعَ لَهَا صَارُوخًا يُسَهِّلُ إِقْلَاعَ الطَّائِرَاتِ بِسُرْعَةٍ مِنْ مَجَائِمِهَا.

وَفِي شَهْرِ آبِ مِنْ عَامِ 1945م، مَاتَ غودارد؛ فَقَامَتْ حُكُومَةُ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ الْأَمِيرِكِيَّةُ بِتَقْدِيمِ مِئْثَةٍ لَوَرَثَتِهِ قَدْرُهَا (100) مِلْيُونِ دُولَارٍ لِاسْتِثْمَارِ بَرَائَةِ اخْتِرَاعَاتِهِ الَّتِي كَانَتْ قَدْ بَلَغَتْ (214) بَرَائَةَ اخْتِرَاعٍ.

(3) هيرمان أوبرث :

وَهُوَ أَسَازٌ مِنْ دَوْلَةِ رومانيا، كَانَ مُوَلِّعًا بِالْأَبْحَاطِ الْمُتَعَلِّقَةِ بِاسْتِخْدَامِ الصَّوَارِيخِ لِاسْتِكْشَافِ الْجَوِّ. وَقَدْ بَدَأَ عُمُقَ تَفْكِيرِهِ، وَغَزَارَةَ عِلْمِهِ فِي هَذَا الْمَجَالِ، فِي الْأَبْحَاطِ الَّتِي ضَمَّنَهَا كِتَابُهُ الصَّغِيرُ الَّذِي نَشَرَهُ عَامَ 1923م، بِعُنْوَانِ (الصَّارُوخُ فِي الْفَضَاءِ الْقَائِمِ بَيْنَ الْكَوَاكِبِ)، وَالَّذِي اخْتَوَى



روبرت غودارد

لِتَهْيِئَةِ أَجْهَزَةٍ تَصْلُحُ لِلتَّطْبِيقِ الْعَمَلِيِّ لِمَا دَرَسَهُ نَظَرِيًّا، حَيْثُ قَامَ بِصُنْعِ صَارُوخٍ أَطْلَقَهُ فِي مَزْرَعَةٍ فَسِيحَةٍ كَانَتْ مُلْكًا لِعَمَّتِهِ إيفي، بَعِيدًا عَنِ مَدِينَةِ أوبورن

فِي وِلَايَةِ مَاسَاشوسِتْس، وَذَلِكَ فِي عَامِ 1926م.

وَقَدْ ارْتَفَعَ الصَّارُوخُ حَتَّى ارْتِفَاعِ (58) مِترًا فِي الْجَوِّ، وَاسْتُخْدِمَ فِي إِطْلَاقِهِ وَقُودًا سَائِلًا يَتَأَلَّفُ مِنَ الْكَيروسِينِ الْمَمْرُوجِ بِالْأُوكْسِجِينِ السَّائِلِ.

وَفِي عَامِ 1927م، صَنَعَ غودارد صَارُوخًا، جَعَلَ حُجْرَةَ الْإِخْتِرَاقِ فِيهِ أَكْبَرَ بَعْشَرِينَ مَرَّةً مِمَّا كَانَتْ عَلَيْهِ فِي صَارُوخِهِ الْأَوَّلِ، وَذَلِكَ بُغْيَةَ الْوُصُولِ إِلَى ارْتِفَاعَاتٍ أَكْبَرَ فِي الْجَوِّ؛ وَلَمَّا حَاوَلَ إِطْلَاقَهُ تَبَيَّنَ لَهُ أَنَّ ثِقَلَ الصَّارُوخِ كَانَ أَكْبَرَ مِنْ قُوَّةِ الدَّفْعِ، فَلَمْ يَرْتَفِعْ عَنْ سَطْحِ الْأَرْضِ.

وَقَالَتْ زَوْجَتُهُ يَوْمَها - وَكَانَتْ تَشْهَدُ عَمَلِيَّةَ الْإِطْلَاقِ مَعَهُ - لِمَنْ سَأَلَهَا عَمَّا آلَتْ إِلَيْهِ تَجْرِبَةُ زَوْجِهَا الْأَخِيرَةِ: "إِنَّ زَوْجِي، بَدَلًا مِنْ أَنْ يَبْنِيَ طَائِرًا صَغِيرًا، بَنَى لَنَا كَسِيحًا كَبِيرًا".

وَنَظَرًا لِلْإِنْفِجَارَاتِ الْمُزِعِجَةِ الَّتِي كَانَتْ تَتَرَدَّدُ أَصْدَاؤُهَا فِي جَنَابَاتِ مَدِينَةِ أوبورن، قَامَ الْأَهْلُونَ فِيهَا بِتَقْدِيمِ شَكْوَى إِلَى الْحُكُومَةِ، مُطَالِبِينَ فِيهَا بِإِيقَافِ تَجَارِبِ غودارد. وَبِالْفِعْلِ، فَقَدْ مَنَعَتْهُ الْحُكُومَةُ مِنَ الْإِسْتِمْرَارِ فِي إِجْرَاءِ تَجَارِبِهِ هُنَاكَ؛ فَانْتَقَلَ إِلَى مِنتَقَةٍ جَرْدَاءَ، بَعِيدَةٍ عَنِ الْعُمُرَانِ، تُدْعَى (بِرْكَةُ جَهَنَّمَ).

وَاسْتَمَرَّ هُنَاكَ يَقُومُ بِتَجَارِبِهِ حَتَّى عَامِ 1929م، إِذْ كَادَ يَتَوَقَّفُ عَنِ الْإِسْتِمْرَارِ بِهَا بِسَبَبِ ضَيْقِ ذَاتِ يَدِهِ، وَلِكَثْرَةِ مَا أَنْفَقَهُ مِنْ أَمْوَالٍ فِي سَبِيلِ شِرَاءِ الْمُعِدَّاتِ اللَّازِمَةِ لِصِنَاعَةِ الصَّوَارِيخِ، وَالْوُقُودِ السَّائِلِ، لَوْلَا أَنَّ تَعَرَّفَ إِلَيْهِ بَطْلُ الطَّيْرَانِ الْأَمِيرِكِيِّ تشارلز ليندبيرغ الَّذِي أُعْجِبَ بِأَفْكَارِهِ، وَبِمَا قَامَ بِهِ،



جُزُرِ بَحْرِ الْبَلْطِيْقِ الْأَلْمَانِيَّةِ الْقَرِيبَةِ مِنَ الشَّوْاطِئِ الشَّمَالِيَّةِ  
لأَلْمَانِيَا، الْمُطْلَقَةُ عَلَى ذَلِكَ الْبَحْرِ، وَقَرِيبًا مِنْ مَدِينَةِ كَرِيفِ  
سِوَالِدِ الْوَاقِعَةِ عَلَى ذَلِكَ السَّاحِلِ.

وَكَانَتِ الصَّوَارِيخُ الَّتِي يَتِمُّ صُنْعُهَا فِي بَيْنْمُونْدَه تُنْقَلُ  
إِلَى مَخَابِئِ سِرِّيَّةٍ، أُعِدَّتْ لَهَا تَحْتَ الْأَرْضِ، فِي جِبَالِ  
الْهَارِزِ الْوَاقِعَةِ فِي وَسْطِ أَلْمَانِيَا إِلَى الْجَنُوبِ الْغَرْبِيِّ مِنْ مَدِينَةِ  
مَغْدِبُورْغِ، وَإِلَى الْجَنُوبِ الشَّرْقِيِّ مِنْ مَدِينَةِ هَانُوفِرِ.

وَقَدْ اسْتَطَاعَ فُونِ بَرَاوْنُ أَنْ يَخْطُوَ خُطُوبَاتٍ كَبِيرَةً لَمْ  
يَسْبِقْهُ إِلَيْهَا أَحَدٌ فِي مِيدَانِ تَطْوِيرِ الصَّارُوخِ وَزِيَادَةِ قُوَّةِ دَفْعِهِ،  
حِينَ أَضَافَ إِلَى الصَّارُوخِ عَنَقَةً تُدَارُ بِمَادَّةٍ فَوْقَ أَوْكْسِيدِ  
الْهَيْدُرُوجِيِّ<sup>(1)</sup>.

وَدَوَّرَانِ الْعَنَقَةَ السَّرِيعَ، كَانَ يُؤَمِّنُ دَفْعًا قَوِيًّا لِلْمَحْرُوقَاتِ مِنَ  
الْلاَزِمَةِ لِانْطِلَاقِ الصَّارُوخِ أَثْنَاءَ انْتِقَالِ تِلْكَ الْمَحْرُوقَاتِ مِنَ  
الْمُسْتَوْدَعِ إِلَى غُرْفَةِ الْإِحْتِرَاقِ.

كَمَا أَضَافَ شَيْئًا آخَرَ كَانَ لَهُ دَوْرٌ كَبِيرٌ أَيْضًا فِي زِيَادَةِ  
قُوَّةِ دَفْعِ الصَّارُوخِ حِينَ أَدْخَلَ مَعَ وَقُودِ الصَّارُوخِ مَادَّةَ  
الْكُحُولِ الَّتِي كَانَ يُمَدِّدُهَا بِمِقْدَارِ رُبْعِهَا بِالْمَاءِ كَيْ لَا يُعْطِي  
الْكُحُولُ لِجِسْمِ الصَّارُوخِ حَرَارَةً مُزْتَفَعَةً. وَلَكِي يُخَفِّفَ مِنَ  
تَكَالِيفِ الْمَحْرُوقَاتِ الَّتِي يَسْتَهْلِكُهَا الصَّارُوخُ، فَقَدْ اعْتَمَدَ  
عَلَى الْكُحُولِ الْمُسْتَخْرَجِ مِنْ تَحْمِيرِ الْبَطَاطَا، وَالْمَعْرُوفِ  
بِرُخْصِ ثَمَنِهِ.

وَكَانَ يَسْتَفِيدُ مِنَ الْأَوْكْسِجِينِ الْمَوْجُودِ فِي الْجَوِّ كَمَا دَّةً  
مُوكْسِدَةً تُؤَمِّنُ عَمَلِيَّةَ اسْتِمْرَارِ الْإِحْتِرَاقِ فِي الصَّارُوخِ.

وَلَمَّا كَانَ غَازُ الْأَوْكْسِجِينِ قَلِيلًا فِي الطَّبَقَاتِ الْعُلْيَا  
مِنَ الْجَوِّ، لِثِقَلِ وَزْنِهِ النَّوْعِيِّ، اقْتَرَحَ بَرَاوْنُ تَرْوِيدَ الصَّارُوخِ

عَلَى تَصَامِيمٍ لِصَوَارِيخٍ وَمَرْكَبَاتٍ فَضَائِيَّةٍ يُمَكِّنُ إِطْلَاقَهَا إِلَى  
اِرْتِفَاعَاتٍ كَبِيرَةٍ فِي الْجَوِّ. كَمَا وَضَعَ تَصْمِيمًا لِمَرْكَبَةٍ فَضَائِيَّةٍ  
مَأْهُولَةٍ بِالرُّوَادِ.

(4) والتر هوهمان :

وَهُوَ أَلْمَانِيٌّ مِنْ مَدِينَةِ إيسن. نَالَ شَهَادَةَ الدُّكْتُورَاهِ بِمَادَّةِ  
الْهَنْدَسَةِ الْمِعْمَارِيَّةِ. وَكَانَ لَهُ اِهْتِمَامٌ بِالدرَاسَاتِ الرِّيَاضِيَّةِ  
الْمُتَعَلِّقَةِ بِمَسَارِ الصَّوَارِيخِ. وَقَدْ نَشَرَ دِرَاسَتَهُ حَوْلَ ذَلِكَ فِي  
عَامِ 1925م. وَلَقِيَ مَصْرَعَهُ فِي عَامِ 1945م، عِنْدَمَا تَعَرَّضَتْ  
مَدِينَتُهُ إيسن لِلْقُصْفِ فِي نَهَايَةِ الْحَرْبِ الْعَالَمِيَّةِ الثَّانِيَةِ.

وَقَدْ اسْتَفَادَ عُلَمَاءُ الصَّوَارِيخِ، الَّذِينَ قَامُوا فِيَمَا بَعْدُ  
بِإِطْلَاقِ الصَّوَارِيخِ فِي الْفَضَاءِ، مِنْ دِرَاسَاتِهِ، حَيْثُ دُعِيَتْ  
الْمَدَارَاتُ الَّتِي أَخَذَتْ تَسْلُكُهَا صَوَارِيخُهُمْ بِاسْمِ مَدَارَاتِ  
هُوْمَانِ.

(5) ويرنر فون براون :

كَانَ هَذَا الْعَالِمُ، وَهُوَ طَالِبٌ فِي الْعَشْرِينَ مِنْ عُمْرِهِ،  
مُولَعًا بِالصَّوَارِيخِ، وَبِكُلِّ  
مَا يَتَعَلَّقُ بِهَا مِنْ مَعْلُومَاتٍ؛  
وَهَذَا مَا دَعَاهُ إِلَى اسْتِغْلَالِ  
أَوْقَاتِ فَرَغِهِ فِي مُسَاعَدَةِ  
الْجَيْشِ الْأَلْمَانِيِّ عِنْدَمَا بَدَأَ  
يَهْتَمُّ بِصُنْعِ الصَّوَارِيخِ عَامَ  
1930م، وَكَانَ ذَلِكَ تَحْتَ



براون

إِشْرَافِ الضَّابِطِ وَالْمُهَنْدِسِ  
الْعَسْكَرِيِّ الْأَلْمَانِيِّ (والتر دورنبرجر) الَّذِي كَانَ يَرَأْسُ فَرِيقًا  
لِصِنَاعَةِ الصَّوَارِيخِ فِي بَلَدَةِ كُومِرْسِدُورْفِ الْقَرِيبَةِ مِنْ بَرَلِينِ.

وَقَدْ لَقِيَ فُونِ بَرَاوْنُ، بِبَنَاهَتِهِ وَحِدَّةِ ذَكَائِهِ، نَظَرَ الضَّابِطِ  
والتر دورنبرجر؛ فَضَمَّهُ إِلَى فَرِيقِهِ فِي عَامِ 1937م، حِينَ  
انْتَقَلَ مَقَرُّ عَمَلِ هَذَا الْفَرِيقِ إِلَى مَدِينَةِ بَيْنْمُونْدَه فِي إِحْدَى

(1) وَهِيَ نَفْسُ الْمَادَّةِ الَّتِي يُمَدِّدُهَا لَنَا الصَّيَادِلُ بِالْمَاءِ بِنِسْبَةِ (95%) وَتَدْعُوهَا الْمَاءُ  
الْأَوْكْسِجِينِي، وَالَّذِي نَضَعُهُ فِي صَيْلِيَّةِ الْمَنْزِلِ لِإِقْبَافِ نَزْفِ الْأَنْفِ عَنْ طَرِيقِ وَضْعِ  
قُطْنَةٍ مُبَلَّلَةٍ بِذَلِكَ السَّائِلِ فِي الْأَنْفِ.



الألمانية، يومها، كانت تتراجع على كل الجبهات، وأخذت شمس ألمانيا النازية الهتلرية تميل نحو الأفول.

وفي شهر آذار من عام 1944م، أدلى فون براون بتصريح قال فيه :

"لَمْ أَكُنْ أَقْصِدُ أَنْ أَصْنَعَ الصَّارُوخَ (ف - 2) لِيَكُونَ سِلَاحاً حَرْبِيّاً، وَإِنَّمَا كَانَ هَمِّي كُلُّهُ أَنْ يَكُونَ أَدَاةً لِرِيَادَةِ الْفَضَاءِ، وَذَلِكَ مَا كَانَ يَشْغُلُ ذِهْنِي بِاسْتِمْرَارٍ أَثْنَاءَ تَطْوِيرِي لَهُ، وَقَدْ أَحْزَنَنِي كَثِيراً أَمْرُ تَحْوِيلِهِ إِلَى سِلَاحٍ حَرْبِيٍّ فِي الْآوَنَةِ الْأَخِيرَةِ".

وقد تبين، فيما بعد، أن هتلر قد أصدر أوامره إلى فون براون قبل استسلام ألمانيا بأن يجعل صاروخه (ف - 2) قادراً على اجتياز المحيط الأطلسي لضرب الولايات المتحدة به. واستطاع فون براون ابتكار طريقة تمكن الصاروخ من قطع مسافات شاسعة، وذلك بجعله مؤلفاً من عدة مراحل، كلما انتهى مفعول إحداها، انفصلت عن الصاروخ وسقطت بعد أن تكون قد أمنت دفعا أكبر للصاروخ.

وكانت دراسات فون براون مع معاونيه، حول تطوير الصواريخ، قد استمرت حوالي 10 سنوات في الخفاء، حتى بلغت ما بلغته من تطور جاء بعد فوات الأوان بالنسبة لألمانيا، بينما عملت الولايات المتحدة على الحصول على تلك النتائج الباهرة فور استسلام ألمانيا، حيث احتضنت فون براون وجميع مساعديه، ونقلت إليها جميع المخططات والدراسات التي كانت محفوظة في المخابئ السرية؛ وبذلك استطاعت الولايات المتحدة أن تطلق على يد هؤلاء الألمان، مع من شاركهم في عملهم من الأميركيين، أول صاروخ لسبر الفضاء، من الطراز الذي دعته واك كوربورال، في عام 1945م، من منطقة وايت ساندز - أي منطقة الرمال البيضاء - في ولاية نيومكسيكو في جنوب غرب الولايات المتحدة الأميركية.

بالأكسجين قبل إطلاقه؛ ولكي لا يأخذ هذا الغاز حيزاً كبيراً من غرفة الوقود، حوله إلى مادة سائلة أمكن استيعابها في حجم محدود وصغير في تلك الغرفة.

وحرصاً على توجيه الصاروخ نحو هدفه، دون أن يستطيع العدو السيطرة عليه وحرفه عن مساره بتوجيه آلي أرضي، كان براون لا يوجه الصاروخ نحو هدفه إلا عندما يصل إلى ارتفاع (300) كم، حيث كانت أجهزة التوجيه الأرضي، التي تمتلكها بعض الدول يومها، غير قادرة على التأثير في توجيه الصاروخ وهو على مثل هذا الارتفاع، بينما كان براون يستطيع التحكم بتوجيهه بواسطة برنامج حاسوبي رُوِد به الصاروخ، ذلك البرنامج الذي يقوم أيضاً بقطع الوقود عن الصاروخ ليندفع في الفضاء، ونحو هدفه، وكأنه قذيفة عادية. وزيادة في الحيلة، قام براون بتزويد ذلك البرنامج الحاسوبي بالقدرة على تصحيح مسار الصاروخ إذا ما انحرف لسبب من الأسباب عن هدفه.

وبرغم الجهود المضنية التي بدأها فون براون وأعدائه خلال الحرب العالمية الثانية لإنجاز صاروخ يمكنه بلوغ الجزر البريطانية وقصفها، بناءً على طلب هتلر وأعدائه، فإن مثل هذا الصاروخ لم يُنجز ويُطلق من قاعدة بينموند إلا في اليوم الثالث من شهر تشرين الأول عام 1942م، على شكل صاروخ تجريبي. وقد سمي بصاروخ (ف - 2)، وهو الحرف الأول من اسم صانعه فون براون. وتبين أنه قاصر عن المهمة التي أُعد لها. لذا عاد براون وأعدائه إلى صنع صاروخ أكبر، ذي قوة دفع أكثر وبسرعة أعظم. حيث بلغ طوله (14) متراً، وأصبحت سرعة اندفاعه في الجو مقدار (5800) كيلومتر في الساعة ثم زيدت إلى (7200) كيلومتر في الساعة وهو محمل بحمولة قدرها (1000) كغ.

وقد أطلق عددٌ منه على الجزر البريطانية في عام 1944م، دون أن يؤتي الثمار المطلوبة منه، لأن الجيوش





### طَلَائِعُ الصَّوَارِيخِ

كَانَ سَبْرُ الْجَوِّ مِنْ أَوَّلَى الْمَهَامِ الَّتِي اسْتُخْدِمَتْ فِيهَا الصَّوَارِيخُ، وَذَلِكَ بُغْيَةَ الْكَشْفِ عَنْ طَبَقَاتِ الْجَوِّ، وَالظُّوَاهِرِ الْقَائِمَةِ فِيهَا، وَقِيَاسِ مِقْدَارِ وَطَبِيعَةِ الْإِشْعَاعَاتِ الَّتِي تَصِلُهَا، وَالتَّعَرُّفِ إِلَى النَّيَازِ الَّتِي تَعْبُرُهَا، وَالْكَشْفِ عَنِ الْمَجَالِ الْمَغْنَاطِيْسِيِّ لِلْأَرْضِ، إِلَى غَيْرِ ذَلِكَ مِنَ الْأُمُورِ. وَكَانَتْ تِلْكَ الصَّوَارِيخُ عَلَى نَوْعَيْنِ:

- مِنْهَا مَا كَانَ يُسْتَعَادُّ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ بِمِظَلَّاتٍ آليَّةٍ، كَانَتْ تُفْتَحُ بِتَوَجُّهِهِ مِنْ مَرَكِّزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّةِ، بَعْدَ أَنْ تَكُونَ الْأَجْهَزَةُ الْمُزَوَّدُ بِهَا قَدْ سَجَلَتْ الْمَعْلُومَاتِ الْمَطْلُوبَةَ عَلَى أَشْرَاطٍ خَاصَّةٍ.
- وَمِنْهَا مَا كَانَ يَبْتَثُّ الْمَعْلُومَاتِ الَّتِي كَانَ يَحْصُلُ عَلَيْهَا، مُبَاشَرَةً إِلَى الْأَرْضِ، حَيْثُ كَانَ مَرَكِّزُ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّةِ يَقُومُ بِتَسْجِيلِهَا.

### عَزْوُ الصَّوَارِيخِ لِلْفَضَاءِ الْخَارِجِيِّ

إِنْ أَقْصَى سُرْعَةٍ بَلَغَهَا صَارُوخُ (ف-2) فِي انْطِلَاقِهِ لَمْ تَزِدْ عَلَى (7200) كِيلُومِترٍ فِي السَّاعَةِ، كَمَا رَأَيْنَا، أَيْ حَوْلَ الْيَ كِيلُومِترَيْنِ فِي الثَّانِيَةِ الْوَاحِدَةِ. وَبَعْدَ تَطْوِيرِ صِنَاعَةِ الصَّوَارِيخِ فِي الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ الْأَمِيرِكِيَّةِ، بِإِشْرَافِ فُونِ بَرَاونَ، أُمِّكِنَ رَفْعُ سُرْعَتِهَا إِلَى (10.000) كِيلُومِترٍ فِي السَّاعَةِ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (2.77) كم/ثا.

وَعِنْدَمَا اسْتُعْمِلَ الْهَيْدُرُوجِينُ السَّائِلُ كَوَقُودٍ بَدَلًا مِنَ الْكُحُولِ الْمَمْزُوجِ بِالْمَاءِ، أُمِّكِنَ رَفْعُ سُرْعَةِ الصَّوَارِيخِ إِلَى (13.000) كم فِي السَّاعَةِ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (3.6) كم/ثا. ثُمَّ أُمِّكِنَ رَفْعُ سُرْعَتِهَا حَتَّى (29.000) كِيلُومِترٍ فِي السَّاعَةِ، أَيْ حَوْلَ الْيَ (4.83) كم/ثا؛ وَعِنْدَهَا يُمَكِّنُ لِمِثْلِ هَذِهِ الصَّوَارِيخِ أَنْ تَضَعَ قَمَرًا صِنَاعِيًّا فِي مَدَارٍ لَهُ حَوْلَ الْأَرْضِ، وَلَكِنَّهَا لَا تَسْتَطِيعُ الْإِفْلَاتَ مِنْ جَاذِبِيَّتِهَا.

عِنْدَ إِخْدَى الْغَارَاتِ فِي آبِ عَامِ 1943م، قُتِلَ مَا يَزِيدُ عَلَى 800 شَخْصٍ فِي الْمُنْطَقَةِ الْمُحِيطَةِ بِبِلْدَةِ (بِينْمُونْدَة) وَانْتَقَلَ تَصْنِيعُ الصَّارُوخِ (ف-2) إِلَى عِدَّةِ أَمَاكِنَ تُوضِّحُ الصُّورَةُ أَخْذَهَا فِي (نُورْد هَاوْزَن). وَفِي الْعَاشِرِ مِنْ نَيْسَانَ عَامِ 1945م، اسْتُسْلِمَتْ الْبِلْدَةُ لِلْجَيْشِ الْأَمِيرِكِيِّ الْأَوَّلِ، الَّذِي اسْتَوْلَى عَلَى الْمَصْنَعِ الضَّخْمِ الَّذِي كَانَ مُنْشَأً تَحْتَ الْأَرْضِ، وَقَامَ هَذَا الْجَيْشُ بِإِطْلَاقِ سَرَّاحِ الْمُعْتَظِلِينَ فِي مُعَسَّكِرِ الْمَعْمَلِ الْمُجَاوِرِ لِلْمَصْنَعِ.

وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّهُ لِكَيْ يَتِمَّكَنَ الصَّارُوخُ مِنَ الْإِفْلَاتِ مِنْ جَاذِبِيَّةِ الْأَرْضِ، لَا بُدَّ لَهُ مِنْ بُلُوغِ سُرْعَةٍ قَدْرَهَا (4000) كم فِي السَّاعَةِ، أَيْ (11.2) كم/ثا. وَلِكَيْ يَتِمَّ الْوُصُولُ إِلَى مِثْلِ هَذِهِ السَّرْعَةِ، كَانَ لَا بُدَّ مِنْ اتِّخَاذِ أَمْرَيْنِ، هُمَا:

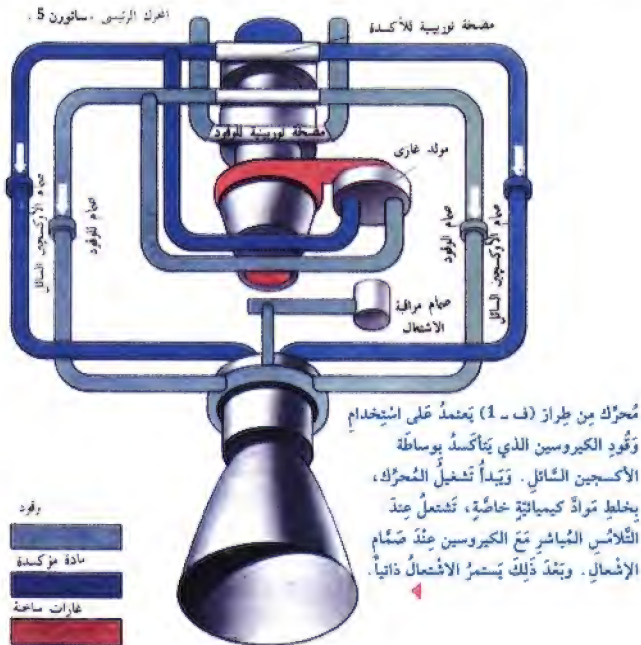
1. التَّخْفِيفُ مِنْ وَزْنِ هَيْكَلِ الصَّارُوخِ.
2. زِيَادَةُ الْوَقُودِ فِيهِ لِدَرَجَةٍ تُعَادِلُ ثَلَاثَةَ أَرْبَاعِ وَزْنِهِ.



منها بعد انتهاء وقوده عن جسم الصاروخ الأساسي .  
وفي مثل هذه الصواريخ متعددة المراحل، يُفضلُ  
العلماء استعمال الوقود السائل في عملية إطلاق الصاروخ،  
أي في أول مرحلة من مراحلها، ثم يُستعمل الوقود الصلب  
في بقية المراحل التي تعمل على زيادة تسارع الصاروخ .  
علماً بأن بعض الصواريخ يُستعمل في إطلاقها، حتى اليوم،  
الوقودان الصلب والسائل، وذلك عندما تدعو الحاجة  
لإعطاء الصاروخ، منذ البداية، قوة دفع ابتدائية كبيرة .

### وقود الصواريخ

كان أول وقود استخدم في إطلاق الصواريخ وقوداً  
سائلاً يتألف من الكيروسين، وهو أحد مشتقات النفط  
الممزوج بالكحول الممدد بنسبة (5%)، وكانت تُضاف له  
مادة مؤكسدة، تُساعد على الاحتراق، مؤلفة من الأوكسجين  
السائل أو من ثالث أوكسيد النروجين السائل .



أما اليوم، فقد حل الهيدروجين السائل مكان الكيروسين  
الممزوج بالكحول كوقود، كما حلت مادة الفلورين

وإذا كان الوقود المستخدم في السيارات والقطار والبواخر  
لا يُشكل إلا جزءاً يسيراً من وزن هياكل تلك الوسائط، لأنها  
ذات سرعة محدودة، فإن الأمر مختلف بالنسبة للطائرات، التي  
تحتاج إلى قوة دفع كبيرة في البداية، كي تتمكن من الارتفاع  
في الفضاء، ولتحقق بعد ذلك سرعة كبيرة أثناء طيرانها .  
ويقدر وزن الوقود الذي تحمله الطائرة عند بدء  
انطلاقها بحوالي نصف وزنها إن كانت مدنية، بينما يزيد  
على ذلك عندما تكون من النوع المحمل بالصاروخ والعنادر  
العسكرية .

وعندما صمم فون براون صاروخه (ف - 2) بطول (14)  
متراً، حمّله بوقود يعادل ضعف وزن هيكله الذي كان يزيد  
على (4.5) طن، حيث أصبح وزنه بعد ملئه بالوقود (14)  
طناً . أما الصاروخ الذي صنعه غودارد، فقد كان طوله (7)  
أمتار، ولم يزد حجم الوقود فيه على (113) كغ .

وللحصول على قوة دفع أكبر في الصواريخ التي  
صُممت فيما بعد، كان لا بد من تخفيف هيكل الصاروخ  
باستخدام خلاط خفيفة ومقاومة، وجعل الصفائح فيه  
رقيقة، مع تدعيمها بضغط داخلي يُساعد على الصمود  
في وجه الضغوط الكبيرة والحرارة المرتفعة التي يتعرض لها  
خلال انطلاقه في الجو .

وبرغم كل التحسينات التي أُدخلت على الصواريخ،  
ووجد أن صاروخاً ذا مرحلة واحدة غير قادر على قطع  
مسافات كبيرة في الفضاء الخارجي، برغم استخدام  
الهيدروجين السائل، الذي ثبت أنه أفضل وقود سائل يُعطي  
أكبر طاقة دفع، هذا إلى جانب سهولة تأكسده، مما دعا إلى  
تسميته بـ (الوقود الكامل) . لذا تقرر أن يتم صنع صاروخ  
ذي مراحل متعددة الإطلاق - أي أنه في الواقع، مؤلف من  
عدة صواريخ، يتم إطلاقها على التوالي، حيث ينفصل كل



السَّائِلِ، كَمَاذِهِ مُؤَكِّدَةٍ، مَكَانَ الْمَوَادِّ الْمُؤَكِّدَةِ السَّابِقَةِ. وَنَظَرًا لِلْفَعَالِيَةِ الْكَبِيرَةِ الَّتِي اِمْتَارَ بِهَا الْهَيْدُرُوجِيْنَ السَّائِلُ فِي عَمَلِيَّةِ إِطْلَاقِ الصَّوَارِيخِ، فَقَدْ دَعَاهُ الْعُلَمَاءُ بِاسْمِ الْوُقُودِ الْكَامِلِ. أَمَّا الْوُقُودُ الصُّلْبُ، الَّذِي اسْتُخْدِمَ بَعْدَ فِتْرَةٍ مِنْ اسْتِخْدَامِ الْوُقُودِ السَّائِلِ فِي إِطْلَاقِ الصَّوَارِيخِ، فَيَتَأَلَّفُ مِنْ مَزِيجٍ مِنَ النِّيتْرِوْغَلِسِيرِينِ وَالنِّيتْرِوسِيلِيلُوزِ. وَفِي الصَّوَارِيخِ الْحَدِيثَةِ مُتَعَدِّدَةِ الْمَرَاكِحِ، يُسْتَعْمَلُ الْوُقُودَانِ السَّائِلِ وَالصُّلْبُ مَعًا لِتَأْمِينِ قُوَّةٍ دَفْعٍ أَكْبَرَ، كَمَا مَرَّ مَعَنَا.

### تَطَوُّرُ صِنَاعَةِ الصَّوَارِيخِ

لَقَدْ أَدْخَلَ تَطَوُّرٌ كَبِيرٌ عَلَى الصَّوَارِيخِ، إِذْ زِيدَ فِي طُولِهَا، وَقُوَّةُ دَفْعِهَا، وَتَعَدَّدُ مَرَاكِحِهَا. وَمِنْ أَشْهُرِ الصَّوَارِيخِ الْأَمِيرِكِيَّةِ الَّتِي تَمَّ تَطَوُّرُهَا :



• صَارُوخُ (تيتان 3 ج) الَّذِي بَلَغَ طُولُهُ (61) مِثْرًا. وَيَتَأَلَّفُ مِنْ ثَلَاثِ مَرَاكِحَ : الْمَرَحَلَةُ الْأُولَى فِيهِ، وَالَّتِي تُؤَلَّفُ قِسْمُهُ السُّفْلِيُّ، تَحْمِلُ عَلَى طَرَفَيْهَا دَافِعَتَيْنِ تَعْمَلَانِ بِالْوُقُودِ الصُّلْبِ، وَتُعْطِيَانِ الصَّارُوخَ انْدِفَاعَهُ الْبَدَائِيَّ؛ أَمَّا الْمَرَحَلَةُ الثَّانِيَّةُ، الَّتِي تُؤَلَّفُ قِسْمُهُ الْأَوْسَطُ، فَتَنْدَفِعُ بَوَسَاطَةِ الْوُقُودِ السَّائِلِ بَعْدَ انْتِهَاءِ دَفْعِ الْمَرَحَلَةِ الْأُولَى، وَانْفِصَالِهَا عَنِ الصَّارُوخِ وَسُقُوطِهَا؛ وَعِنْدَ انْتِهَاءِ وَقُودِ الْمَرَحَلَةِ الثَّانِيَّةِ، وَانْفِصَالِهَا عَنِ الْقِسْمِ الْأَخِيرِ مِنَ الصَّارُوخِ وَسُقُوطِهَا، تُتَابِعُ الْمَرَحَلَةُ الثَّالِثَةُ انْطِلَاقَهَا بَوَسَاطَةِ الْوُقُودِ السَّائِلِ الْمُرَوَّدَةِ بِهِ، وَالَّذِي يُوصِلُ الصَّارُوخَ إِلَى غَايَتِهِ.

• صَارُوخُ أَطْلَسَ ميركوري الَّذِي بَلَغَ طُولُهُ (25) مِثْرًا، وَوُضِعَتْ فِي مُقَدِّمَتِهِ غُرْفَةٌ يُمَكِّنُهَا أَنْ تَحْمِلَ مَعَهَا رَائِدًا إِلَى الْفَضَاءِ الْخَارِجِيِّ.

• صَارُوخُ أَطْلَسَ أجياب الَّذِي يَتَأَلَّفُ مِنْ مَرَحَلَتَيْنِ فَقَطْ.

• صَارُوخُ أَطْلَسَ سنتور، وَهُوَ مُؤَلَّفٌ مِنْ مَرَحَلَتَيْنِ أَيْضًا، إِلَّا أَنَّ الْمَرَحَلَةَ الثَّانِيَّةَ فِي هَذَا الصَّارُوخِ تَفُوقُ فِي قُوَّةِ دَفْعِهَا الْمَرَحَلَةَ الثَّانِيَّةَ الَّتِي زُوِّدَ بِهَا صَارُوخُ أَطْلَسَ أَجِيَابَ.

• صَارُوخُ ثوردلنا الَّذِي اِمْتَارَ بِقُوَّةٍ دَفْعِهِ عَلَى الصَّوَارِيخِ السَّابِقَةِ، وَيَبْلُغُ طُولُهُ (27.5) مِثْرًا، وَيَتَأَلَّفُ مِنْ ثَلَاثِ مَرَاكِحَ : الْأُولَى وَالثَّانِيَّةُ تَعْمَلَانِ بِالْوُقُودِ السَّائِلِ، أَمَّا الْمَرَحَلَةُ الثَّالِثَةُ فَتَعْمَلُ بِالْوُقُودِ الصُّلْبِ. وَقَدْ أُمَكِّنَ، بَوَسَاطَةِ هَذَا الصَّارُوخِ، إِطْلَاقَ الْأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ مِنْ نَوْعِ إكسبلورر وتلستار وإيكو.

إِلَّا أَنَّ أَضْحَمَّ صَارُوخِ، تَمَّ صُنْعُهُ حَتَّى الْيَوْمِ، هُوَ الصَّارُوخُ الْأَمِيرِكِيُّ (ساتورن - 5) الَّذِي حَمَلَ الْمَرَكَبَةَ الْقَمَرِيَّةَ (أبوللو - 11)، مَعَ رُؤَادِ الْفَضَاءِ الثَّلَاثَةِ : نِيلَ أَرْمِسترونغ وإدوين الدرين ومايكل كولينز، إِلَى الْقَمَرِ يَوْمَ الْأَرْبَعَاءِ 16 تَمُّوزَ عَامَ 1969م، وَالَّذِي بَلَغَ سَطْحُ الْقَمَرِ



وبعد إجراء دراسات مُستمرّة، أمكن تصميم صاروخ على شكل مركبة مُزدوجة، دُعيت (المركبة التّوأم). وهي تُبدو في مظهرها كصاروخ واحد مُؤلف من جزأين مُلتصقين. وعندما يُطلق في الجوّ، وتجاوز سرعته (6) أمثال سرعة الصوت، ينفصل الجزء الأول من هذا الصاروخ، حيث يُستعاد سليماً إلى سطح الأرض بواسطة مظلات واقية، وعن طريق التّحكم بتوجيهه من مركز المراقبة الأرضي؛ بينما يظل الجزء الثاني، الذي تزداد سرعته، مُتابعاً طريقه نحو الفضاء الخارجيّ، ليُتخذ فيه المدار المُحدّد له، وليقوم بالمهمة المُرسومة له، حتّى إذا ما نفّذها عاد إلى الأرض ليُهبط بعجلاته على مدرج طويل وعريض، إمّا بتوجيه من مركز المراقبة الأرضي، وإمّا بواسطة تحكّم رواد الفضاء الذين يكونون فيه. ولا تُستخدم في الصاروخ التّوأم، عند إطلاقه، صواريخ الدّفع التي كانت تُزوّد بها قاعده الصاروخ، وإنّما استُعيض عنها بمُحرّكات نفاثة.

وبما أنّ المُحرّكات النفاثة تعتمد على الهواء في اشتعالها وتوليد طاقة الدّفع فيها، فقد تمّ تصميم هذه المركبة التّوأم على أساس بلوغ سرعتها القصوى قبل اجتيازها جوّ الأرض، وبحيث تسمَح لها تلك السرعة بالوصول إلى الارتفاع المُحدّد لها؛ وعندها تقوم الصواريخ الدّاخلية في تركيب تلك المركبة بالاشتعال وتوليد القوّة الدافعة التي تُوجّه المركبة للقيام بالمهام المُرسومة لها.

وقد تمّ توفير حوالي (95%) من تكاليف الأجهزة التي كانت تُطلق إلى المدارات الفضائية بعد استخدام هذه المركبة التّوأم، وذلك عندما قامت الولايات المُتحدة بإطلاقها إلى المدار الفضائي، حيث قام رواد الفضاء فيها بإطلاق مركبة فضائية غير مأهولة باتجاه المُشترى أوّل مرّة، وذلك في نهاية عام 1989م. كما تمّ إطلاقها ثانية في مطلع شهر كانون الثاني

يَوْمَ الأَحَدِ 25 تَمُوزَ عَامَ 1969م. وَقَدْ بَلَغَ طَوْلُهُ (111) مِثْرًا، وَكَانَ وَزْنُهُ عِنْدَ إِطْلَاقِهِ (2700) طَن، مِنْهَا (2500) طَن لِلوُقُودِ، وَقَدْ حُمِّلَ بِـ (130) طَنًا إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْأَرْضِ؛ وَعِنْدَمَا اتَّجَهَ نَحْوَ الْقَمَرِ، كَانَ لَا يَزَالُ يَحْمِلُ 44 طَنًا.

وَقَدْ كَلَّفَ صُنْعُهُ (23) مِليُونِ دُولَارٍ. وَتَصَافَرَتْ، عِنْدَ إِنتَاجِهِ، وَإِنتَاجِ الْمَرْكَبَةِ الَّتِي حَمَلَهَا إِلَى الْقَمَرِ، جُهُودُ (20) أَلْفِ شَرِكَةٍ وَ (400) أَلْفِ مُهَنْدِسٍ وَمُخْتَصِّصٍ وَعَامِلٍ.

وَدُعِيَ سَاتُورَن - 5 لِأَنَّهُ مُؤَلَّفٌ مِنْ (5) مُحَرَّكَاتٍ نَفَاثَةٍ تَعْمَلُ عَلَى إِشْعَالِ مَرَاكِيلِهِ الثَّلَاثَةِ الَّتِي تَعْمَلُ عَلَى التَّوَالِي، وَالَّتِي تُعْطِي قُوَّةَ دَفْعٍ قَدَرُهَا (3375) طَنًا. وَفِي الْمَرْحَلَةِ الْأُولَى الَّتِي دَامَ انْطِلَاقُ الصَّارُوخِ خِلَالَهَا مُدَّةُ دَقِيقَتَيْنِ، تَمَّ اسْتِهْلَاكُ (6.13) طَنًا مِنْ مَادَّتَيِ الْكَيْروسِينِ وَالْأُوكْسِجِينِ السَّائِلِ. وَفِي الْمَرْحَلَةِ الثَّانِيَةِ الَّتِي اسْتَمَرَّتْ مُدَّةُ (6) دَقَائِقٍ، تَمَّ اسْتِهْلَاكُ (450) طَنًا مِنَ الْهَيْدُرُوجِينِ السَّائِلِ. وَفِي الْمَرْحَلَةِ الثَّالِثَةِ الَّتِي أَوْصَلَتِ الْمَرْكَبَةَ إِلَى مَدَارٍ لَهَا حَوْلَ الْقَمَرِ، حَيْثُ يُمَكِّنُهَا أَنْ تَنْطَلِقَ نَحْوَ سَطْحِهِ بِوَسَاطَةِ مُحَرَّكَهَا الْخَاصِّ، تَمَّ اسْتِهْلَاكُ (90) طَنًا مِنَ الْهَيْدُرُوجِينِ السَّائِلِ.

وَقَدْ تَقَدَّمَ بَعْضُ عُلَمَاءِ الصَّوَارِيخِ الْأَمِيرِكِيِّينَ بِمَشْرُوعٍ يَشْتَمِلُ عَلَى صُنْعِ صَارُوخٍ طَوْلُهُ (125) مِثْرًا، وَيَقْدَرُ وَزْنُهُ مَعَ حُمُولَتِهِ بِحَوَالِي (10.000) طَن، مِنْهَا (500) طَنٍ لِلْحُمُولَةِ الَّتِي سَيَحْمِلُهَا مَعَهُ إِلَى الْفَضَاءِ.

وَأُطْلِقَ عَلَى هَذَا الْمَشْرُوعِ اسْمُ (مَشْرُوعُ نُوفا)، وَقُدِّمَتْ لَهُ أَكْثَرُ مِنْ عَشْرَةِ نَمُودَجَاتٍ، كَانَ بَعْضُهَا لَا يَغْدُو أَنْ يَكُونَ تَطْوِيرًا لِصَارُوخِ سَاتُورَن - 5.

وَارْتِفَاعُ كُلِّفَةٍ مِثْلِ هَذَا الصَّارُوخِ لِدَرَجَةٍ بَاهِظَةٍ، وَجَّهَ النَّظَرَ إِلَى اتِّخَاذِ طَرِيقَةٍ يُمَكِّنُ بِهَا اسْتِعَادَةُ الْأَجْزَاءِ الدَّقِيقَةِ مِنْهُ، وَالْعَالِيَةِ التَّكَالِيفِ، بِأَمَانٍ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ، كَيْ يُسْتَفَادَ مِنْهَا ثَانِيَةً، بِالإِضَافَةِ إِلَى اتِّخَاذِ وَسَائِلٍ تُخَفِّضُ مِنْ تَكَالِيفِ صُنْعِهِ.



من عام 1990م، حيث قام رؤاؤ الفضاء فيها باقتناص قمر صناعي أميركي من الفضاء الخارجي، كانت بعض أجهزته مصابة بالعطل، وعادوا به مع مركبتهم التوأم إلى سطح الأرض.

### الصواريخ السوفيتية

منذ عام 1930م، انصب اهتمام الاتحاد السوفيتي على صنع الصواريخ في جو من الكتمان الشديد، إلا أن التجارب التي قام بها في مجال هذه الصناعة كانت محدودة، حتى وقعت الحرب العالمية الثانية، وانتهت بسقوط ألمانيا النازية، وخضوعها لاحتلال الاتحاد السوفيتي والولايات المتحدة والمملكة المتحدة وفرنسا، ولجوء فون براون ومن معه من كبار مهندسي الصواريخ الألمان إلى الولايات المتحدة التي قامت بنقل أكداث كبيرة من الدراسات والمخططات المتعلقة بصناعة الصواريخ وطرق تطويرها، والتي كانت محفوظة في المخابئ السرية تحت الأرض، وسلمتها لعلمائها.

وقد شعر الاتحاد السوفيتي بالخطأ الكبير الذي ارتكبه، حيث أهمل أمر نقل مهندسي وصانعي الصواريخ الألمان إلى بلاده، بعد احتلاله القاعدة الرئيسة لصنع الصواريخ في جزيرة بينموند.

وقد انعكس شعور الاتحاد السوفيتي بالمرارة والأسى، بسبب تفريطه في ذلك الأمر، في الرسالة التي وجهها ستالين، زعيم الاتحاد السوفيتي يومها، إلى الجنرال سيروف، والتي جاء فيها:

”هذا أمر لا يُطاق أبداً، لقد هزمتنا الجيش الألماني، واحتلنا برلين وبينموند. ولكن الأميركيين هم الذين وضعوا يدهم على خبراء الصواريخ. فهل هناك شيء أشد إهانة، وأقل مبررات؟ وكيف ولماذا ترك مثل هذا الأمر يحدث؟“.

لذا حاول الاتحاد السوفيتي أن ينقل إلى بلاده كل من

بقي من فنيين ومهندسين وعمال، ممن كانوا يعملون في صناعة الصواريخ مع فون براون في ألمانيا، ولم يلتجئوا إلى الولايات المتحدة. كما حمل السوفييت إلى بلادهم كل ما خلفه الأميركيون من أجزاء الصواريخ المفككة التي لم يحملها الأميركيون معهم من مصانع الصواريخ السرية المقامة تحت جبال الهارز.

وقد باشر المختصون من السوفييت التحقيق مع هؤلاء العمال والفنيين والمهندسين الألمان، الذين يُعتبرون من الدرجتين الثانية والثالثة بعد المهندس فون براون، للإطلاع منهم على كل ما يعرفونه حول صناعة الصواريخ، وما إذا كان بإمكانهم تطوير صاروخ فون براون، وهو الصاروخ المسمى ف - 2.

وبعد أن اطلع الخبراء السوفييت على كل ما يريدونه من هؤلاء المختصين الألمان، أعادوهم إلى ألمانيا تبعاً، حيث قام خبراء الاتحاد السوفيتي، في صناعة الصواريخ، بخطوات جادة لإنتاج أنواع متطورة منها، كي يلحقوا بالولايات المتحدة التي كانت قد خطت خطوات واسعة في هذا المجال، ولتأمين التوازن بينها وبين الولايات المتحدة لتظل أكبر قوتين في العالم.

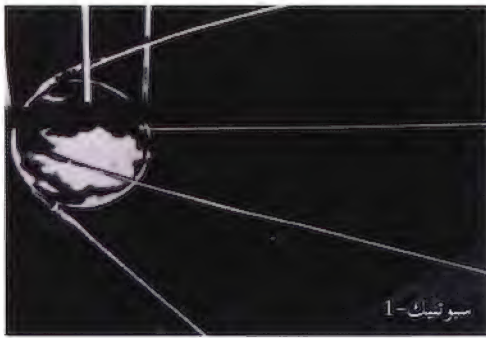
وبرغم الجهود المضنية التي بذلها خبراء الاتحاد السوفيتي في صناعة صاروخ متطور، فإنهم لم يستطيعوا أن يطلقوا أول صاروخ من هذا النوع إلا في خريف عام 1947م، وبعد أن كانت الولايات المتحدة قد تمكنت من إطلاق ما لا يقل عن (30) صاروخاً. إلا أن الصاروخ السوفيتي كان حجمه يُعادل ضعف حجم الصاروخ الأميركي الضخم المعروف بصاروخ أطلس؛ وهذا ما جعل الولايات المتحدة تضدّم، إذ أن صاروخاً بهذا الحجم يستطيع أن يحمل قنبلة ذرية، كما يُمكنه حمل مركبة فضائية إلى مدار حول الأرض.



هُوَ الْإِتِّصَالَاتِ الْإِسْلَكيَّةِ، مَعْلُومَاتِ دَقِيقَةٍ عَنْ كَيْفِيَّةِ اسْتِقْبَالِ الْبَثِّ الَّذِي سَيَقُومُ بِهِ الْقَمَرُ الصَّنَاعِي السُّوفِيَّيْتِي، جَاءَ فِيهَا أَنْ تَرُدَّ دَبْذَبَاتِ الْقَمَرِ سَتَكُونُ (20) ميغاسايكل و(40) ميغاسايكل. كَمَا بَيَّنَتْ، بِدَقَّةٍ، الْمَدَارَ الَّذِي سَيَسْلُكُهُ ذَلِكَ الْقَمَرُ أَثْنَاءَ دَوْرَانِهِ حَوْلَ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ. كَمَا قَامَتِ الْحُكُومَةُ السُّوفِيَّيَّةُ بِتَرْوِيدِ الْمُشْتَرِكِينَ فِي مُؤْتَمَرِ السَّنَةِ الْجيوفيزيائيةِ الدَّوْلِيَّةِ بِنَشْرَةِ تَتَضَمَّنُ جَمِيعَ الْمَعْلُومَاتِ الْمُتَعَلِّقَةِ بِذَلِكَ الْقَمَرِ، وَبِمَهَامِهِ؛ وَتَمَّ إِيْصَالُ تِلْكَ النُّشْرَةِ إِلَى جَمِيعِ هَوَاةِ الْإِتِّصَالَاتِ الْإِسْلَكيَّةِ فِي الْعَالَمِ؛ ثُمَّ صَدَرَ بَيَانٌ سُوْفِيَّيْتِي نَاشِدٌ جَمِيعَ هَوَاةِ الْإِتِّصَالَاتِ الْإِسْلَكيَّةِ بِأَنْ يَزُودُوا الْإِتِّحَادَ السُّوفِيَّيْتِي بِكُلِّ مَا يَحْصُلُونَ عَلَيْهِ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ الَّتِي سَيَقُومُ الْقَمَرُ الصَّنَاعِي السُّوفِيَّيْتِي بِنَشْرِهَا.

### وِلَادَةُ أَوَّلِ قَمَرٍ صِنَاعِيٍّ فِي الْعَالَمِ

فِي يَوْمِ 4 تَشْرِينِ الْأَوَّلِ عَامِ 1957م، اتَّخَذَ الْقَمَرُ الصَّنَاعِي السُّوفِيَّيْتِي (سبوتنيك-1) مَدَاراً لَهُ حَوْلَ الْأَرْضِ، حَيْثُ أَخَذَ يُتَمُّ دَوْرَةً وَاحِدَةً حَوْلَهَا كُلَّ (96) دَقِيقَةٍ، وَكَانَ وَزْنُهُ (83) كِغ. وَقَدْ سَجَلَتْ جَمِيعُ مَرَاكِزِ تَسْجِيلِ الْبَثِّ الْإِدَاعِي، الَّتِي



ضَبِطَتْ أَجْهَازُهَا عَلَى الْمَوْجَتَيْنِ ذَاتَيْ التَّرْدِدِ (20 وَ 40) ميغاسايكل، الصَّوْتِ الْمُمَيَّزِ (بِيب بيب) الْمُتَضَمِّنِ مَعْلُومَاتٍ حَوْلَ الْمَهَامِ الَّتِي أُطْلِقَ مِنْ أَجْلِهَا.

وَيَقْدَرُ مَا أَذْهَلَ هَذَا الْوَحْدُ النَّاسَ فِي كُلِّ مَكَانٍ، فَقَدْ أَصَابَ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةَ الْأَمْرِيكِيَّةَ بِنَكْسَةٍ وَخَيِّبَةٍ أَمَلٍ، إِذْ

وَلَمْ تَمُضْ غَيْرُ سَنَوَاتٍ قَلِيلَةٍ، حَتَّى دَخَلَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّيْتِي مَجَالَ التَّنَافُسِ الْقَوِيِّ فِي مَجَالِ صِنَاعَةِ الصَّوَارِيخِ مَعَ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ.

وَكَانَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّيْتِي قَدْ اعْتَمَدَ فِي إِطْلَاقِ الصَّوَارِيخِ عَلَى الْوُقُودِ السَّائِلِ الْمُؤَلَّفِ مِنَ الْكَبْرُوسِينِ وَالْأَكْسِجِينِ.

وَلَمْ يَأْتِ خَرِيفُ عَامِ 1957م، حَتَّى اسْتَطَاعَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّيْتِي إِطْلَاقَ أَوَّلِ صَارُوخٍ مُزَوَّدٍ بِمَرَكَبَةٍ غَيْرِ مَأْهُولَةٍ.

### مِنَ الصَّوَارِيخِ إِلَى الْأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ

فِي نِهَايَةِ صَيْفِ عَامِ 1955م، بَدَأَتْ إِذَاعَةُ الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيْتِي وَصُحُفُهُ تَتَحَدَّثُ عَنْ قُرْبِ إِطْلَاقِ أَوَّلِ قَمَرٍ صِنَاعِيٍّ فِي الْعَالَمِ، إِلَى مَدَارٍ لَهُ حَوْلَ الْأَرْضِ.

وَفِي يَوْمِ 11 أَيْلُولٍ مِنْ عَامِ 1956م، قَامَ رَئِيسُ اللَّجَنَةِ السُّوفِيَّيَّةِ الَّتِي تَقَرَّرَ اسْتِرَاكُهَا فِي أَعْمَالِ السَّنَةِ الْجيوفيزيائيةِ الدَّوْلِيَّةِ، بِالْإِعْلَانِ أَمَامَ مُؤْتَمَرِ بَرْشَلُونَةِ فِي إِسْبَانِيَا عَنْ عَزْمِ الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيْتِي عَلَى

إِطْلَاقِ قَمَرٍ صِنَاعِيٍّ لِقِيَاسِ الضَّغْطِ الْجَوِيِّ وَحَرَارَةِ الطَّبَقَاتِ الَّتِي يَتَأَلَّفُ مِنْهَا الْغِلَافُ الْغَازِي، وَقِيَاسِ مِقْدَارِ الْإِشْعَاعِ الشَّمْسِيِّ وَالْأَشْعَةِ الْكَوْنِيَّةِ وَالنِّيَّازِ الصَّغِيرَةِ وَالْدَقِيقَةِ وَالْمَجَالِ الْمَغْنَطِيسِيِّ الْأَرْضِيِّ.

وَقُبِيلَ إِطْلَاقِ ذَلِكَ

الْقَمَرِ الصَّنَاعِي، نَشَرَتِ الْمَجَلَّةُ السُّوفِيَّيَّةُ الْمُسَمَّاةُ رَادِيو، وَهِيَ مَجَلَّةٌ يُصْدِرُهَا

أَوَّلُ صَارُوخٍ يَتَوَجَّهُ نَحْوَ الْفَضَاءِ





وَمِمَّا زَادَ فِي دَهْشَةِ الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، وَالْعُلَمَاءِ الْمُخْتَصِّينَ فِي دُولِ الْغَرْبِ، أَنَّ الْمَرْحَلَةَ الْأَخِيرَةَ مِنَ الصَّارُوخِ الَّتِي حَمَلَتْ الْقَمَرَ الصَّنَاعِيَّ (سبوتنيك - 2) إِلَى مَدَارِهِ كَانَتْ تَزِنُ مَعَ ذَلِكَ الْقَمَرِ حَوْلِي 6 أَطْنَانٍ. وَكَانَتْ الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةُ قَدْ تَأَكَّدَتْ مِنْ ذَلِكَ بِوَسَاطَةِ مِرْقَبٍ ضَخْمٍ مُقَامٍ فَوْقَ سَاحِلِ مَلْبُورِنِ فِي وِلَايَةِ فِلُورِيدَا فِي جَنُوبِ شَرْقِ الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ؛ حَيْثُ رَصَدَتْ بِوَسَاطَتِهِ الْمَرْحَلَةَ الثَّلَاثَةَ مِنَ الصَّارُوخِ مَعَ الْقَمَرِ الَّذِي كَانَتْ تَحْمِلُهُ، وَالتَّقَطُّتْ لَهُ عِدَدًا مِنَ الصُّوَرِ.

وَعِنْدَمَا قَامَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّتِيُّ بِاسْتِعَادَةِ هَذَا الْقَمَرِ إِلَى الْأَرْضِ، بِتَوَجُّهِهِ مِنْ مَرْكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّ، وَدَخَلَ فِي الطَّبَقَاتِ الْكَثِيفَةِ مِنَ الْغِلَافِ الْغَازِيِّ، لَمْ يَتَحَمَّلْ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ الْعَالِيَةِ الَّتِي نَشَأَتْ عَنْ اخْتِكََاكِهِ بَيْنَكَ الطَّبَقَاتِ؛ فَأَخَذَ بِالتَّوَهُُّجِ، حَيْثُ بَدَأَ يَوْمَ 12 نَيْسَانَ عَامَ 1958م، لِسُكَّانِ بَرِيطَانِيَا عِنْدَ الْغُرُوبِ كَأَنَّهُ نَجْمٌ شَدِيدُ اللَّمَعَانِ؛ وَبَدَأَ مِنْ يَوْمٍ 14 نَيْسَانَ، بَدَأَ وَهُوَ يَمُرُّ فَوْقَ الْبَحْرِ الْكَارِيبِيِّ لِسُكَّانِ جُزُرِ بَارِبَادُوسِ عَلَى شَكْلِ كَوْكَبٍ شَدِيدِ السُّطُوعِ، يَفُوقُ حَجْمَهُ حَجْمَ الزُّهُرَةِ عِدَّةَ مَرَّاتٍ؛ وَدَامَ عَلَى هَذِهِ الْحَالِ عِدَّةَ لَيَالٍ، حَيْثُ تَحَوَّلَ بَعْدَهَا إِلَى مُذْنَبٍ تَنَازَلَتْ مِنْهُ شَطَايَا نَارِيَّةٌ مُتَأَجِّجَةٌ، انْتَشَرَتْ عَلَى قَوْسٍ تُعَادِلُ رُبْعَ الْقَوْسِ السَّمَائِيَّةِ؛ وَكَانَ ذَلِكَ إِذْنًا بِنِهَائَةِ ذَلِكَ الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ، وَنِهَائَةِ الْكَلْبَةِ لَابِكَا الَّتِي تَمَّتِ اسْتِعَادَتُهَا مَعَ بَقَايَا ذَلِكَ الْقَمَرِ؛ وَتَبَيَّنَ أَنَّهَا نَفَقَتْ بِسَبَبِ نَفَادِ الْأُوكْسِجِينِ الَّذِي زُوِّدَ بِهِ الْقَمَرُ قَبْلَ إِطْلَاقِهِ.

وَفِي يَوْمٍ 15 أَيْارَ عَامَ 1958م، أَطْلَقَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّتِيُّ قَمَرَهُ الثَّلَاثَ (سبوتنيك - 3) إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْأَرْضِ بَلَغَ ارْتِفَاعُهُ (2540) كِيلُومِترًا؛ وَكَانَ وَرْثُهُ (1350) كِغ، وَكَانَ مُزَوَّدًا بِأَجْهَازَةٍ لِلْكَشْفِ عَنِ الْإِشْعَاعَاتِ الْكُوْنِيَّةِ وَالشَّهْبِ وَالنَّبَازِكِ الدَّقِيقَةِ، وَعَنْ مِقْدَارِ كَثَافَةِ الْإِلِكْتُرُونَاتِ فِي الطَّبَقَةِ الْمُتَابِعَةِ مِنَ الْغِلَافِ الْغَازِيِّ الْأَرْضِيِّ.

كَانَتْ تَعْتَبِرُ نَفْسَهَا، حَتَّى ذَلِكَ الْوَقْتِ، مُتَّفِقَةً وَمُتَقَدِّمَةً عَلَى الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّتِيِّ فِي كُلِّ مَا يَتَعَلَّقُ بِأَبْحَاثِ الْفَضَاءِ وَالصَّنَاعَاتِ الْمُتَعَلِّقَةِ بِهِ.

وَكَانَتْ الدَّرَاسَاتُ الَّتِي قَامَ بِهَا الْقَمَرُ الصَّنَاعِيُّ (سبوتنيك - 1) بِاللُّغَةِ الْأَهْمِيَّةِ، وَمِنْهَا:

- أَنَّ وَزْنَ الطَّبَقَاتِ الْعُلْيَا لِلْغِلَافِ الْغَازِيِّ الْمُحِيطِ بِالْأَرْضِ كَانَ أَقَلَّ مِمَّا قَدَّرَهُ الْعُلَمَاءُ سَابِقًا بِمِقْدَارِ (5 - 10) مَرَّاتٍ.
- وَأَنَّ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ فِي تِلْكَ الطَّبَقَاتِ الْعُلْيَا كَانَتْ شَدِيدَةً الْارْتِفَاعِ.

• وَأَنَّ تِلْكَ الطَّبَقَاتِ الْجَوِيَّةَ الْعُلْيَا يُمَكِّنُهَا أَنْ تُشَكِّلَ عَاكِسًا لِمَوْجَاتِ الْبَثِّ الْإِدَاعِيِّ، مِمَّا يَجْعَلُهَا قَادِرَةً عَلَى بُلُوغِ الْوُجْهِ الثَّانِي مِنَ الْأَرْضِ.

### تَعَدُّدُ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ

لَمْ يَنْقُصِ شَهْرٌ وَاحِدٌ عَلَى إِطْلَاقِ الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّتِيِّ لِقَمَرِهِ الصَّنَاعِيِّ الْأَوَّلِ، حَتَّى عَادَ فَأُطْلِقَ قَمَرًا صِنَاعِيًّا ثَانِيًا بِاسْمِ (سبوتنيك - 2)، وَكَانَ وَرْثُهُ (500) كِغ، وَاتَّخَذَ لَهُ مَدَارًا عَلَى ارْتِفَاعِ (1670) كِيلُومِترًا، وَكَانَ مُحْمَلًا بِالْكَلْبَةِ كُودِرِ يَافِكَا الَّتِي اسْتُهْرَتْ بِاسْمِ الْكَلْبَةِ لَابِكَا، أَيْ بِاسْمِ الْفَصِيلَةِ الَّتِي تَنْتَمِي إِلَيْهَا. وَقَدْ دَلَّ إِطْلَاقُ الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ الثَّانِي، وَهُوَ بِمِثْلِ هَذَا الْوَزْنِ، عَلَى مَدَى تَقَدُّمِ الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّتِيِّ فِي صِنَاعَةِ الصَّوَارِيخِ، الَّتِي أَصْبَحَتْ لَهَا الْقُدْرَةُ عَلَى حَمْلِ مِثْلِ هَذَا الْقَمَرِ ذِي الثَّقَلِ الْكَبِيرِ إِلَى مِثْلِ ذَلِكَ الْارْتِفَاعِ فِي الْفَضَاءِ كَمَا تَبَيَّنَ الْأَذْهَانُ إِلَى مَدَى اِهْتِمَامِ الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّتِيِّ بِإِرْسَالِ مَرْكَبَةٍ فَضَائِيَّةٍ مَأْهُولَةٍ بِالْإِنْسَانِ؛ وَمَا إِرْسَالُ الْكَلْبَةِ لَابِكَا إِلَى الْفَضَاءِ، إِلَّا جَسُّ نَبْضٍ لِمَعْرِفَةِ مَدَى الْأَثَرِ الَّذِي يُحْدِثُهُ الْانْتِطَاقُ فِي الْفَضَاءِ، ثُمَّ الدَّوْرَانُ حَوْلَ الْأَرْضِ مَعَ انْعِدَامِ الْجَذَابِيَّةِ، فِي الْأَحْيَاءِ، وَمَا إِذَا كَانَتْ الْاِحْتِيَاطَاتُ الَّتِي أُتْخِذَتْ لِحِفْظِ حَيَاةِ الْكَلْبَةِ لَابِكَا كَافِيَةً.



• وفي يوم 26 تموز 1958م، أُطلقت الولايات المتحدة قمرها الخامس (إكسبلورر - 4) إلى مدار له حول الأرض لالتقاط صور، وبث معلومات ذات مغزى سرّي وحربي.

### التَّسَابُقُ نَحْوَ الْقَمَرِ الْأَرْضِيِّ

• في نهاية عام 1958م، أطلقت الولايات المتحدة صواريخها المُحمَّلة بالأقمار الصناعية الثلاثة: (بيونير - 1) و(بيونير - 2) و(بيونير - 3) باتجاه القمر؛ وكانت الفترة التي تفصل بين القمر والآخر شهراً، إلا أن أياً منها لم يبلغ القمر، فقد كانت قوة دفع الصواريخ لتلك الأقمار أقل مما يجب أن تكون عليه.

• وفي يوم 2 كانون الثاني عام 1959م، أطلق الاتحاد السوفييتي القمر الصناعي (لونيكا - 1) باتجاه القمر، لدراسة الإشعاعات الكونية التي تصله، والقوى المغناطيسية المحيطة به؛ ولكن الاتصال بهذا القمر انقطع عندما أصبح على بُعد 60 ألف كم عن الأرض، حيث تابع طريقه مُبتعداً عن القمر، ليُتخذ له مداراً حول الشمس.

• وفي شهر آذار من عام 1959م، أطلقت الولايات المتحدة القمر الصناعي (بيونير - 4) باتجاه القمر، إلا أنه ابتعد عن القمر، وتابع طريقه ليُتخذ له مداراً حول الشمس.

• وفي يوم 13 أيلول عام 1959م، أطلق الاتحاد السوفييتي قمره الصناعي الثاني (لونيكا - 2) باتجاه القمر، حيث استطاع الوصول إليه، إنما ارتطم بسطحه وتحطم، مُثيراً حوله موجة من الغبار القمري، أمكن رصدُها بالمراقب الضخمة.

• وفي يوم 7 تشرين الثاني من عام 1959م، أطلق الاتحاد السوفييتي قمره الصناعي الثالث (لونيكا - 3) باتجاه القمر؛ وقد استطاع الدوران حوله، والتقاط العديد من الصور لوجهه الخلفي، وبثها باتجاه مركز المراقبة الأرضي

## دُخُولُ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ مَجَالِ الْأَقْمَارِ

### الصَّنَاعِيَّةُ

لَمْ تَتِمَّ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةُ مِنْ إِطْلَاقِ أَوَّلِ قَمَرٍ صِنَاعِيٍّ لَهَا إِلَى مَدَارٍ حَوْلِ الْأَرْضِ إِلَّا يَوْمَ 31 كَانُونِ الثَّانِي عَامَ 1958م. وَكَانَ أَوَّلُ قَمَرٍ أُطْلِقَتْهُ إِلَى الْفَضَاءِ هُوَ (إكسبلورر - 1)، وَكَانَتْ مَهْمَتُهُ دِرَاسَةَ حِرَامِ فَنَ الْغَمْنَابِيسِيِّ، وَبَثَّ مَعْلُومَاتٍ عَنْهُ إِلَى مَرَكِّزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّةِ لِإِطْلَاقِ الصَّوَارِيخِ وَالْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ.

• وفي يوم 25 شباط عام 1958م، أطلقت قمرها الصناعي الثاني (إكسبلورر - 2) إلى مدار له حول الأرض، ليقوم بإتمام الدراسات التي قام بها القمر الصناعي الأول حول حزام فان ألن المغناطيسي، والتأكد من دقة الدراسات التي أجراها ذلك القمر.

• وفي يوم 17 آذار عام 1958م، أطلقت قمرها الصناعي الثالث (فانغارد - 1)، الذي لم يزد حجمه على حجم البرتقالة الكبيرة، ولم يزد وزنه على (1.5) كغ، إلى مدار له حول الأرض. وقد قام بالتقاط صور للأرض، كما أمكن بواسطته معرفة شكل الأرض، وأنها لا تشبه الكرة المفلطحة عند قطبيها، كما كان الاعتقاد شائعاً، وإنما هي أشبه ما تكون بالكُمثرى المُتَّجِهَةِ ذَنْبُهَا نَحْوَ الْأَعْلَى.

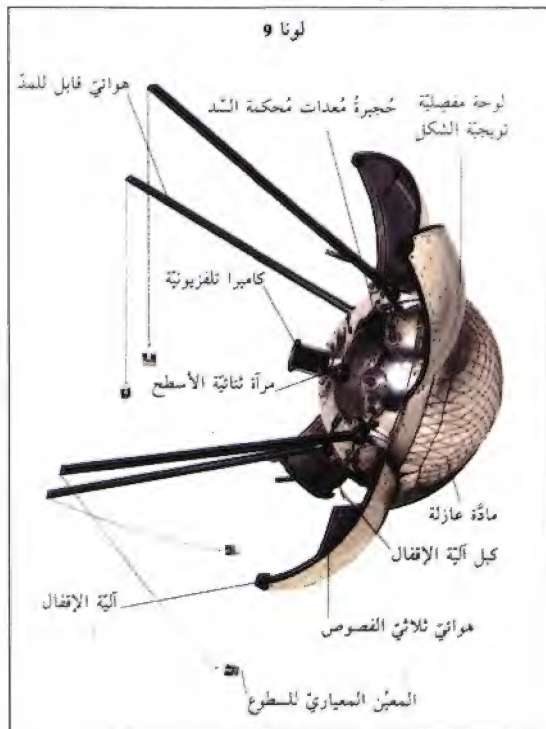
• وفي يوم 26 آذار عام 1958م، أطلقت قمرها الرابع (إكسبلورر - 3) إلى مدارٍ حول الأرض على ارتفاع (2540) كيلومتراً؛ وقام بدراسة النيازك الجوية، وما قد تحدثه من آثار في المركبات الفضائية التي كانت تُعدّها الولايات المتحدة لتغزو بها الفضاء، ثم القمر.



(إكسبلورر - 1) أول قمر صناعي أمريكي دخل مداراً عام 1958م. وهو الذي اختُفِصَ إشعاع فان ألن المغناطيسي المحيط بالأرض.



- وَفِي يَوْمٍ 9 أَيْارَ 1965م، أُطْلِقَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّتِيُّ الْقَمَرَ الصَّنَاعِيَّ (لونا - 5) بِاتِّجَاهِ الْقَمَرِ، وَقَدْ اسْتغرَقَتْ رِحْلَتُهُ ثَلَاثَةَ أَيَّامٍ تَقْرِيبًا، اضْطَدَمَ بَعْدَهَا بِسَطْحِ الْقَمَرِ وَتَحَطَّمَ.
- وَفِي يَوْمٍ 8 حُزَيْرَانَ 1965م، أُطْلِقَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّتِيُّ الْقَمَرَ الصَّنَاعِيَّ (لونا - 6) بِاتِّجَاهِ الْقَمَرِ، إِلَّا أَنَّهُ حَادَ عَنْهُ، وَاسْتَمَرَّ فِي طَرِيقِهِ بِاتِّجَاهِ الشَّمْسِ، حَيْثُ اتَّخَذَ لَهُ مَدَارًا حَوْلَهَا.
- وَفِي يَوْمٍ 7 تَشْرِينَ الْأَوَّلِ 1965م، أُطْلِقَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّتِيُّ الْقَمَرَ الصَّنَاعِيَّ (لونا - 7) بِاتِّجَاهِ الْقَمَرِ، وَقَدْ تَحَطَّمَ عِنْدَمَا ارْتَطَمَ بِسَطْحِهِ.
- وَفِي يَوْمٍ 13 كَانُونِ الْأَوَّلِ 1965م، أُطْلِقَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّتِيُّ الْقَمَرَ الصَّنَاعِيَّ (لونا - 8) بِاتِّجَاهِ الْقَمَرِ، وَقَدْ تَحَطَّمَ عِنْدَمَا اضْطَدَمَ بِشِدَّةٍ بِسَطْحِ الْقَمَرِ.
- وَفِي يَوْمٍ 31 كَانُونِ الثَّانِي 1966م، أُطْلِقَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّتِيُّ الْقَمَرَ الصَّنَاعِيَّ (لونا - 9) بِاتِّجَاهِ الْقَمَرِ، وَكَانَ وَزْنُهُ حَوَالِي (175) كِغ؛ وَقَدْ هَبَطَ بِرَفْقٍ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ، وَقَامَ بِبَثِّ الْعَدِيدِ مِنَ الصُّوَرِ إِلَى مَرْكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيِّ، وَقَدْ بَيَّنَّتْ أَنَّ سَطْحَ الْقَمَرِ مَغْطًى بِطَبَقَةٍ مِنَ التُّرْبَةِ النَّاعِمَةِ.



لِإِطْلَاقِ الصَّوَارِيخِ وَالْأَقْمَارِ فِي الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّتِيِّ. وَهَكَذَا اسْتَطَاعَ الْإِنْسَانُ، لِأَوَّلِ مَرَّةٍ، أَنْ يَرَى الْوَجْهَ الثَّانِيَ لِلْقَمَرِ، الَّذِي يَظَلُّ مُخْتَفِيًا عَنْ أَعْيُنِ سُكَّانِ الْأَرْضِ وَمَرَاقِبِهِمْ. وَقَدْ أَحْدَثَ هَذَا الْإِتِّصَارُ الْفَضَائِيَّ السُّوفِيَّتِيُّ ضَجَّةً عَالَمِيَّةً، مِمَّا حَدَا بِالْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ أَنْ تَحْدَ السَّيْرَ قُدُمًا فِي هَذَا الْمِضْمَارِ؛ إِلَّا أَنَّهَا، بِرَغْمِ الْجُهُودِ الْكَبِيرَةِ الَّتِي بَذَلَتْهَا، لَمْ تَسْتَطِعْ أَنْ تُوصِلَ قَمَرَهَا الصَّنَاعِيَّ إِلَى الْقَمَرِ إِلَّا بَعْدَ مُرُورِ 3 سَنَوَاتٍ عَلَى النَّجَاحِ الَّذِي حَقَّقَهُ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّتِيُّ عَنْ طَرِيقِ قَمَرِهِ الصَّنَاعِيَّ (لُونِيك - 3).

وَكَانَ إِطْلَاقُ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ لِقَمَرِهَا النَّاجِحِ، يَوْمَ 28 تَمُوزَ عَامَ 1964م، وَهُوَ الْقَمَرُ الصَّنَاعِيَّ (رينجر - 7) الَّذِي اسْتَطَاعَ أَنْ يَبْلُغَ سَطْحَ الْقَمَرِ بَعْدَ انْقِضَاءِ 68.5 سَاعَةً عَلَى إِطْلَاقِهِ.

وَعَلَى الرَّغْمِ مِنْ ارْتِطَامِ هَذَا الْقَمَرِ الصَّنَاعِيَّ بِسَطْحِ الْقَمَرِ عِنْدَ فُوْهَةِ بُرْكَانِ جِيرِيك فِي الْمِنْطَقَةِ الْمُسَمَّاةِ بَحْرٍ نِوَبِيَوْم، إِلَّا أَنَّهُ بَعَثَ إِلَى مَرْكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيِّ لِإِطْلَاقِ الصَّوَارِيخِ وَالْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ فِي الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ بِـ (4316) صُورَةً التَّقَطُّهَا مِنْ ارْتِفَاعِ (300) مِثْرٍ عَنْ سَطْحِ الْقَمَرِ، وَذَلِكَ قَبْلَ ارْتِطَامِهِ بِهِ بِمُدَّةِ (17) دَقِيقَةً.

وَبَعْدَ ذَلِكَ، أَخَذَتْ كُلُّ مِنَ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ وَالْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّتِيِّ بِالتَّخْطِيطِ لِإِرْسَالِ قَمَرٍ صِنَاعِيٍّ يَهْبِطُ بِرَفْقٍ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ، مُزَوِّدًا بِأَجْهَازَةٍ تَقُومُ بِبَثِّ مَعْلُومَاتٍ تَتَعَلَّقُ بِجَوْهٍ وَسَطْحِهِ.

وَكَانَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّتِيُّ قَدْ أَعَدَّ الْقَمَرَ الصَّنَاعِيَّ (لونا - 4) لِتَحْقِيقِ تِلْكَ الْمَهْمَةِ؛ وَعِنْدَمَا أُطْلِقَهُ يَوْمَ 2 نَيْسَانَ عَامَ 1963م بِاتِّجَاهِ الْقَمَرِ، حَادَ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (8160) كِيلُومِثْرًا، وَبَثَّ، وَهُوَ عَلَى هَذَا الْبُعْدِ عَنْهُ، صُورًا بِاتِّجَاهِ مَرْكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيِّ، ثُمَّ تَابَعَ طَرِيقَهُ، حَيْثُ اتَّخَذَ لَهُ مَدَارًا حَوْلَ الشَّمْسِ.



• فِي يَوْمِ 31 آذَارِ 1966م، أَطْلَقَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّتِيُّ الْقَمَرَ الصَّنَاعِيَّ (لونا - 13) إِلَى الْقَمَرِ؛ وَكَانَ مُزَوَّداً بِمِسْبَارٍ مَعْدِنِيٍّ لِاخْتِبَارِ ثُرْبَةِ الْقَمَرِ. وَقَدْ هَبَطَ هَذَا الْقَمَرُ بِهْدُوءٍ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ، وَقَامَ بِبَثِّ صُورٍ عَدِيدَةٍ وَمَعْلُومَاتٍ عَنْهُ، بَعْدَ أَنْ قَامَ بِسَبْرِ ثُرْبَتِهِ، حَيْثُ تَبَيَّنَ أَنَّ كَثَافَتَهَا تُشَبِّهُ كَثَافَةَ الثُّرْبَةِ الْبُرْكَانِيَّةِ الْأَرْضِيَّةِ.

• وَفِي شَهْرِ نَيْسَانَ مِنْ عَامِ 1967م، أَطْلَقَتِ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْقَمَرَ الصَّنَاعِيَّ (سيرفيور - 3) بِاتِّجَاهِ الْقَمَرِ؛ وَكَانَ مُزَوَّداً بِأَجْهَزَةٍ لِلتَّصْوِيرِ، وَبِأَدَاةٍ لِلْحَفْرِ. وَقَدْ وَصَلَ إِلَى سَطْحِ الْقَمَرِ يَوْمَ 19 نَيْسَانَ 1967م، وَقَامَ بِبَثِّ صُورٍ عَدِيدَةٍ، كَمَا بَثَّ مَعْلُومَاتٍ عَنْ ثُرْبَةِ الْقَمَرِ، الَّتِي قَامَ الْمِسْبَارُ بِاخْتِبَارِهَا، بَيَّنَّتْ أَنَّهَا تُشَبِّهُ الثُّرْبَةَ الْبُرْكَانِيَّةِ الْأَرْضِيَّةِ، وَأَنَّهَا تَسْتَطِيعُ أَنْ تَحْتَمِلَ هُبُوطَ مَرْكَبَةٍ فُضَائِيَّةٍ، وَأَنَّ رِجَالَ الْفَضَاءِ يُمَكِّنُهُمُ السَّيْرُ عَلَيْهَا دُونَ أَنْ تَغُوصَ أَقْدَامُهُمْ فِيهَا، مِمَّا صَحَّحَ الْفِكْرَةَ الْقَدِيمَةَ الَّتِي كَانَتْ تُوحِي بِأَنَّ ثُرْبَةَ الْقَمَرِ دَقِيقَةٌ كَالطَّحِينِ، وَعَمِيقَةٌ لِدَرَجَةٍ تَبْتَلِعُ مَعَهَا كُلَّ مَنْ يُحَاوِلُ الْهُبُوطَ أَوْ السَّيْرَ عَلَيْهَا.

• وَفِي النِّصْفِ الثَّانِي مِنْ عَامِ 1967م، أَطْلَقَتِ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْقَمَرَ الصَّنَاعِيَّ (سيرفيور - 6) بِاتِّجَاهِ الْقَمَرِ، وَكَانَ مُزَوَّداً بِأَجْهَزَةٍ لِتَحْلِيلِ ثُرْبَةِ الْقَمَرِ، وَبَثَّ الْمَعْلُومَاتِ الَّتِي يَتَوَصَّلُ إِلَيْهَا بِنَتِيجَةِ ذَلِكَ السَّيْرِ، كَاتِمَامَ لِلْمَهْمَةِ الَّتِي قَامَ بِهَا الْقَمَرُ الصَّنَاعِيَّ (سيرفيور - 5)، وَزِيَادَةً فِي التَّأَكُّدِ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ الَّتِي بَثَّهَا؛ وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ ثُرْبَةَ الْقَمَرِ مُؤَلَّفَةٌ مِنْ فُتَاتٍ دَقِيقٍ لِلصُّخُورِ الْبَازِلْتِيَّةِ وَالزُّجَاجِيَّةِ وَالنَّيْزِكِيَّةِ.

### تَعْيِيدُ الطَّرِيقِ إِلَى الْقَمَرِ

مَعَ بَدَايَةِ إِطْلَاقِ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ إِلَى الْفَضَاءِ، وَبَعْدَ أَنْ أَمْكَنَ إِيْصَالَ بَعْضِهَا إِلَى سَطْحِ الْقَمَرِ، كَانَ التَّفَكُّيرُ فِي بُلُوغِ الْإِنْسَانِ سَطْحَ الْقَمَرِ يُدَاعِبُ خَيَالَ كُلِّ مَنْ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ وَالْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّتِيِّ، بَعْدَ أَنْ تَمَّ التَّمْهِيدُ لِذَلِكَ عَنْ طَرِيقِ

• وَفِي يَوْمِ 31 آذَارِ 1966م، أَطْلَقَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّتِيُّ قَمَرَهُ الصَّنَاعِيَّ (لونا - 10) بِاتِّجَاهِ الْقَمَرِ، لِيَتَّخِذَ لَهُ مَدَاراً حَوْلَهُ؛ وَقَدْ نَجَحَتِ الْعَمَلِيَّةُ، حَيْثُ اتَّخَذَ الْقَمَرُ الصَّنَاعِيَّ مَدَاراً أَهْلِيَلَجِيًّا، إِذْ كَانَ يَقْتَرِبُ مِنَ الْقَمَرِ وَهُوَ فِي الْحَضِيضِ إِلَى مَسَافَةِ (350) كَم، بَيْنَمَا كَانَ يَتَبَعُهُ عَنْهُ عِنْدَمَا يَكُونُ فِي الْأَوْجِ إِلَى مَسَافَةِ (1000) كَم. وَقَدْ قَامَ بِبَثِّ الْعَدِيدِ مِنَ الصُّورِ عَنِ الْقَمَرِ، كَمَا قَدَّمَ الْكَثِيرَ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ عَنْ جَوْهِ وَسَطْحِهِ.

• وَفِي يَوْمِ 30 آيَارِ مِنْ عَامِ 1966م، أَطْلَقَتِ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ قَمَرَهَا الصَّنَاعِيَّ (سيرفيور - 1) بِاتِّجَاهِ الْقَمَرِ، وَكَانَ عَلَى شَكْلِ مَرْكَبَةٍ تَمَكَّنَتْ مِنَ الْهُبُوطِ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ يَوْمَ 2 حَزِيرَانَ 1966م فِي السَّاعَةِ 5 وَالْدَقِيقَةِ 17 بِتَوْقِيتِ غَرِينِيْتَش، فِي الْفَوْهَةِ الْبُرْكَانِيَّةِ فِلَامْسْتِيد، وَأُرْسِلَتْ إِلَى مَرْكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيِّ فِي الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ حَوَالِي (10.000) صُورَةٍ مِنَ النَّوعِ الشَّامِلِ لِمَسَاحَاتٍ كَبِيرَةٍ عَلَى مَدَى 14 يَوْماً مِنْ هُبُوطِهَا عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ.

• وَفِي يَوْمِ 24 آبِ 1966م، أَطْلَقَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّتِيُّ الْقَمَرَ الصَّنَاعِيَّ (لونا - 11) نَحْوَ الْقَمَرِ، حَيْثُ اتَّخَذَ لَهُ مَدَاراً حَوْلَهُ عَلَى ارْتِفَاعِ (700) كَم، وَقَامَ بِبَثِّ الْعَدِيدِ مِنَ الصُّورِ عَنْ سَطْحِهِ، وَكَثِيراً مِنَ الْمَعْلُومَاتِ عَنْ جَوْهِ.

• وَفِي يَوْمِ 20 أَيْلُولِ عَامِ 1966م، أَطْلَقَتِ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْقَمَرَ الصَّنَاعِيَّ (سيرفيور - 2) بِاتِّجَاهِ الْقَمَرِ، حَيْثُ اتَّخَذَ لَهُ مَدَاراً حَوْلَهُ، وَقَامَ بِبَثِّ كَثِيرٍ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ وَالصُّورِ عَنْ سَطْحِهِ وَجَوْهِ.

• وَفِي يَوْمِ 22 تَشْرِينَ الْأَوَّلِ عَامِ 1966م، أَطْلَقَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّتِيُّ الْقَمَرَ الصَّنَاعِيَّ (لونا - 12) نَحْوَ الْقَمَرِ، حَيْثُ اتَّخَذَ لَهُ مَدَاراً حَوْلَهُ بَعْدَ 3.5 أَيَّامٍ مِنْ إِطْلَاقِهِ، وَقَامَ بِبَثِّ الصُّورِ الْعَدِيدَةِ عَنْ سَطْحِهِ، وَأَعْطَى مَعْلُومَاتٍ مُتَنَوِّعَةً عَنْ جَوْهِ.

• وَفِي يَوْمِ 24 كَانُونِ الْأَوَّلِ عَامِ 1966م، أُرْسِلَ



مَرْكَبَةٍ إِلَى أُخْرَى أَثْنَاءَ اقْتِرَابِهِمَا مِنْ بَعْضِهِمَا خِلَالَ دَوْرَانِهِمَا فِي الْفَضَاءِ الْخَارِجِيِّ، فِي مُحَاوَلَةٍ لِإِنْقَادِ أَرْوَاحِ رُؤَادِ الْفَضَاءِ إِذَا مَا تَهَدَّدَهُمْ فِي مَرْكَبَتِهِمْ خَطَرٌ.

9. التَّعَرُّفُ إِلَى مَقْدَرَةِ رَجُلِ الْفَضَاءِ، وَهُوَ فِي حَالَةِ انْعِدَامِ الْوِزْنِ فِي مَرْكَبَتِهِ، عَلَى التَّصَرُّفِ تَصَرُّفًا سَلِيمًا، لِتَحْقِيقِ الْأَعْمَالِ الْمَطْلُوبِ مِنْهُ تَحْقِيقُهَا، وَلِلتَّأَكُّدِ مِنْ قُدْرَتِهِ عَلَى تَنَاوُلِ طَعَامِهِ وَشَرَابِهِ وَالْقِيَامِ بِالِاسْتِحْصَامِ وَالنُّوْمِ.

10. التَّأَكُّدُ مِنْ قُدْرَةِ رَجُلِ الْفَضَاءِ عَلَى مُجَابَهَةِ الْمَشَاكِلِ الَّتِي قَدْ يُوَاجِهُهَا مِنْ جَرَاءِ حُدُوثِ عَطَبٍ فِي أَحَدِ أَجْزَاءِ الْمَرْكَبَةِ، وَمَا إِذَا كَانَ قَادِرًا، وَهُوَ فِي حَالَةِ انْعِدَامِ الْوِزْنِ، عَلَى إِصْلَاحِهَا، أَوْ قِيَامِهِ بِقِيَادَةِ الْمَرْكَبَةِ وَتَوَجُّيْهَا يَدَوِيًّا عِنْدَمَا يَتَعَذَّرُ تَوَجُّيْهَا آتِيًّا مِنْ مَرْكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيِّ، وَبِوَسَاطَةِ الْحَوَاسِبِ الْإِلِكْتَرُونِيَّةِ.

### لِمَ كَانَ الْقَمَرُ أَوَّلًا؟

إِنَّ اخْتِيَارَ الْقَمَرِ لِيَكُونَ أَوَّلَ جُزْمٍ كَوْنِيٍّ يَخْطُطُ لِاسْتِكْشَافِهِ يَعُودُ إِلَى عِدَّةِ أَسْبَابٍ، هِيَ:

(1) إِنَّهُ أَقْرَبُ جَارٍ إِلَى الْأَرْضِ، وَلَا تَفْصِلُنَا عَنْهُ إِلَّا مَسَافَةٌ مُتَوَسِّطَةٌ قَدْرُهَا (371.300) كم، وَيُمْكِنُ لِلْمَرْكَبَةِ الْفَضَائِيَّةِ أَنْ تَصِلَ إِلَيْهِ خِلَالَ 4 أَيَّامٍ تَقْرِبًا.

(2) إِنَّ النِّجَاحَ فِي الْوُصُولِ إِلَيْهِ يَفْتَحُ الْبَابَ أَمَامَ السَّفَرِ إِلَى كَوَاكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ.

(3) اعْتِقَادُ بَعْضِ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ، كَمَا جَاءَ فِي نَظَرِيَّاتِهِمْ، أَنَّ الْقَمَرَ وَلِيدُ الْأَرْضِ الَّذِي انْفَصَلَ عَنْهَا، وَأَنَّهُ، وَالْحَالَةَ هَذِهِ، غِنِيٌّ بِالْمَعَادِنِ الثَّمِينَةِ كَالذَّهَبِ وَالْبُلَاتِينِ وَالْفِضَّةِ وَغَيْرِهَا، وَكَذَلِكَ بِالْجَوَاهِرِ الْكَرِيمَةِ، وَعَلَى رَأْسِهَا الْمَاسُ، وَأَنَّ مَنْ يَسْبِقُ فِي الْوُصُولِ إِلَيْهِ، يَكُونُ قَدْ ضَمِنَ ثَرَاءً كَبِيرًا وَرَصِيداً مَالِيًّا ضَخْماً.

سَبْرُ الْجَوِّ الَّذِي سَتَجَتَّازُهُ الْمَرْكَبَةُ الْفَضَائِيَّةُ وَهِيَ فِي طَرِيقِهَا إِلَى الْقَمَرِ لِلتَّعَرُّفِ عَلَى جَمِيعِ الْأَخْطَارِ الَّتِي قَدْ تَوَاجَّهَهَا، سَوَاءً أَكَانَ ذَلِكَ ضِمْنَ الْغِلَافِ الْغَازِي الْأَرْضِيِّ، أَمْ عَبْرَ الْفَضَاءِ الْكَوْنِيِّ الْقَائِمِ بَيْنَ الْأَرْضِ وَالْقَمَرِ، أَوْ عِنْدَ الْهَبُوطِ عَلَى سَطْحِهِ، أَوْ خِلَالَ إِقَامَةِ رُؤَادِ الْفَضَاءِ عَلَى ذَلِكَ السَّطْحِ. وَفِي طَلِيعَةِ الدَّرَاسَاتِ الَّتِي خَطَّطَتْ لَهَا الدَّوْلَتَانِ، وَاسْتَطَاعَتَا الْوُقُوفَ عَلَيْهَا:

1. التَّعَرُّفُ إِلَى مِقْدَارِ الْحَرَارَةِ الَّتِي تَنْجُمُ عَنْ اخْتِكَافِ مَرْكَبَةِ الْفَضَاءِ خِلَالَ غُبُورِهَا الْغِلَافِ الْغَازِي لِلْأَرْضِ، وَاتِّخَاذُ الْوَسَائِلِ الْكَفِيلَةِ بِحِمَايَةِ الْمَرْكَبَةِ وَمَنْ فِيهَا مِنْ أَخْطَارِ تِلْكَ الْحَرَارَةِ.

2. مَعْرِفَةُ مَدَى تَأْثِيرِ طَبَقَةِ الْأَوْزُونِ وَالطَّبَقَةِ الْمُتَأَيَّتَةِ فِي الْمَرْكَبَاتِ الْفَضَائِيَّةِ.

3. التَّعَرُّفُ إِلَى مِقْدَارِ كَثَافَةِ الشُّهُبِ وَالنِّيَّازِكِ الْفَضَائِيَّةِ، وَالْآثَارِ الَّتِي يُخَلِّفُهَا ارْتِطَافُهَا بِسُفْنِ الْفَضَاءِ.

4. مَدَى تَأْثِيرِ إِشْعَاعَاتِ الشَّمْسِ الْمُخْتَلِفَةِ فِي الْأَجْسَامِ الْحَيَّةِ.

5. التَّعَرُّفُ إِلَى التَّأْثِيرِ الَّذِي يُخَلِّفُهُ الْحِزَامُ الْمَغْنَطِيسِي فِي رِجَالِ الْفَضَاءِ عِنْدَ غُبُورِهِمْ لَهُ.

6. التَّعَرُّفُ إِلَى مِقْدَارِ الضَّغْطِ الَّذِي تُوَاجِهُهُ أَجْسَامُ رِجَالِ الْفَضَاءِ عِنْدَمَا تَنْدَفِعُ بِهِمْ الْمَرْكَبَةُ الْفَضَائِيَّةُ بِسُرْعَةِ (11.2) كِيلُومِترًا فِي الثَّانِيَةِ لِلتَّخَلُّصِ مِنْ جَادِبِيَّةِ الْأَرْضِ.

7. دِرَاسَةُ قُدْرَةِ الْأَجْسَامِ الْحَيَّةِ عَلَى تَحْمُلِ حَالَةِ انْعِدَامِ الْوِزْنِ، وَمَدَى إِمْكَانِيَّةِ تَكْيِيفِ تِلْكَ الْأَجْسَامِ مَعَهَا.

8. التَّعَرُّفُ إِلَى إِمْكَانِيَّةِ خُرُوجِ الرَّائِدِ مِنَ الْمَرْكَبَةِ الْفَضَائِيَّةِ فِي الْفَضَاءِ الْخَارِجِيِّ، وَمَدَى قُدْرَتِهِ عَلَى الْبَقَاءِ فِيهِ لِفَتْرَةٍ مِنَ الزَّمَنِ، كَيْ يَكُونَ مُسْتَعِدًّا لِفِعْلِ ذَلِكَ إِذَا اقْتَضَى الْأَمْرُ إِصْلَاحَ خَلَلٍ فِي الْهَيْكَلِ الْخَارِجِيِّ لِلْمَرْكَبَةِ، أَوْ الْإِنْتِقَالَ مِنْ





يوري غاغارين

4) إن رَقَّةَ الغِلَافِ الغَازِيِّ المُحِيطِ بِالْقَمَرِ، لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ يُمكنُ القَوْلُ مَعَهَا بِأَنَّ القَمَرَ خَالٍ مِنَ الحَوائِجِ، تُسَاعِدُ عَلَى رَصْدِ الكَوْنِ مِنْهُ فِي المُسْتَقْبَلِ، عَنْ طَرِيقِ مَرَاقِبَ صَخْمَةٍ تُقَامُ عَلَى سَطْحِهِ، رَصْداً دَقِيقاً وَوَاضِحاً، لَا يُمكنُ لِمَرَاصِدِ الأَرْضِ أَنْ تَقُومَ بِمِثْلِهِ، بِسَبَبِ كَثَافَةِ الغِلَافِ الغَازِيِّ المُحِيطِ بِالأَرْضِ وَالَّذِي يَحْدُ مِنْ رُؤْيَةِ تِلْكَ المَرَاقِبِ وَيُشَوِّشُهَا.

وَهَكَذَا بَدَأَتِ المَحَاوَلَاتُ تَتَرَى مِنْ قَبْلِ الوِلَايَاتِ المُتَّحِدَةِ وَالاتِّحَادِ السُّوفِيَّيِّ فِي إِرسَالِ مَرَكَبَاتٍ فضاءِيَّةٍ مَأْهُولَةٍ إِلَى مَدَارَاتِ لَهَا حَوْلَ الأَرْضِ كخُطْوَةٍ أُولَى، تَأْتِي مِنْ بَعْدِهَا الخُطْوَةُ الثَّانِيَّةُ الَّتِي تُوصِلُ الإنسانَ إِلَى سَطْحِ القَمَرِ.

### اقتحام الإنسان للفضاء الكوني

كَانَ الاتِّحَادُ السُّوفِيَّيِّ السِّبَاقَ فِي مَبْدَانِ اخْتِبَارِ قُدْرَاتِ الإنسانِ عَلَى تَحْمِيلِ الصُّعُودِ إِلَى الفُضَاءِ وَالبَقَاءِ فِيهِ مُدَّةً مِنَ الزَّمَنِ؛ إِلَّا أَنَّهُ قَبْلَ أَنْ يَبْدَأَ بِإِطْلَاقِ مَرَكَبَةٍ فضاءِيَّةٍ مَأْهُولَةٍ بِالإنْسَانِ، اخْتَارَ دُمِيَّةً تُشَبِّهُ الإنسانَ وَمُزَوَّدَةً بِدَوْرَةِ دَمَوِيَّةٍ صِنَاعِيَّةٍ، حَمَلَتْهَا مَرَكَبَةٌ فضاءِيَّةٌ يَوْمَ 15 أَيْلَارَ عَامَ 1960م، إِلَى مَدَارٍ يَقَعُ عَلَى ارْتِفَاعِ (660) كَمٍ عَنْ سَطْحِ الأَرْضِ؛ ثُمَّ اسْتُعِيدَتْ، حَيْثُ أُجْرِيتْ عَلَيْهَا اخْتِبَارَاتٌ لِمَعْرِفَةِ مَدَى تَأْثِيرِ انْعِدَامِ الوِزْنِ عَلَى الدَّوْرَةِ الدَّمَوِيَّةِ وَحَرَكَةِ القَلْبِ.



القمر السوفياتي سبوتنك-2 الذي حمل الكلبة لايبكا.

• وَفِي يَوْمِ 19 آبَ عَامَ 1960م، أَطْلَقَ الاتِّحَادُ السُّوفِيَّيِّ مَرَكَبَةً فضاءِيَّةً صَغِيرَةً، حَمَلَتْ مَعَهَا إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الأَرْضِ 40 فَأْراً وَجُرَذَيْنِ وَكَلْبَيْنِ؛ وَقَدْ تَمَّتْ اسْتِعَادَتُهَا سَلِيمَةً مَعَ الحَيَوَانَاتِ.

• وَفِي يَوْمِ 12 نَيْسَانَ عَامَ 1961م، أَطْلَقَ الاتِّحَادُ السُّوفِيَّيِّ إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الأَرْضِ المَرَكَبَةَ الفُضاءِيَّةَ (فوستوك - 1) الَّتِي حَمَلَتْ مَعَهَا أَوَّلَ رَائِدِ فُضَاءٍ فِي العَالَمِ (يوري غاغارين)، حَيْثُ دَارَتْ بِهِ دَوْرَةٌ وَاحِدَةً حَوْلَ الأَرْضِ خِلَالَ (1) سَاعَةٍ وَ(48) دَقِيقَةً، وَقَدْ أَمَكَّنَ هُبُوطُهَا مَعَ رَائِدِهَا إِلَى الأَرْضِ بِسَلَامٍ، بِرَغْمِ اسْتِعَالِ النَّارِ فِي السَّطْحِ الخَارِجِيِّ لِذِرْعِ المَرَكَبَةِ الوَاقِيِ أَثْنَاءَ هُبُوطِهَا وَاحْتِكَائِهَا بِالغِلَافِ الغَازِيِّ لِلأَرْضِ، حَيْثُ بَدَتْ كَأَنَّهَا كُرَّةٌ مِنْ نَارٍ تَهْوِي بِاتِّجَاهِ الأَرْضِ؛ وَقَدْ سَبَبَتْ الحَرَارَةُ المُزْتَفِعَةُ الَّتِي نَفَذَتْ إِلَى جَوِّ المَرَكَبَةِ ضَيْقاً وَحَرَجاً شَدِيدَيْنِ لِإِرَائِدِ الفُضَاءِ غَاغَارِينَ؛ وَلَمَّا سُئِلَ عَمَّا أَحَسَّ بِهِ أَثْنَاءَ هُبُوطِهِ وَالمَرَكَبَةُ عَلَى تِلْكَ الحَالِ، قَالَ: "لَقَدْ شَهِدْتُ لَهَبِ النَّيرانِ يَرْمِجُ مِنْ حَوْلِ المَرَكَبَةِ، وَكُنْتُ أُحِسُّ بِأَنِّي ضِمْنُ كُرَّةٍ مِنْ نَارٍ تَنْدَفِعُ بِاتِّجَاهِ سَطْحِ الأَرْضِ".



مَرْكَبَتِهِ قُرْبَ بَاخِرَةِ الْإِنْقَاذِ الَّتِي كَانَتْ بَانْتِظَارِهِ، وَالَّتِي قَامَ رِجَالُهَا بِإِنْتِسَالِهِ مِنَ الْمَاءِ مَعَ الْمَرْكَبَةِ، وَنَقْلِهِ إِلَى سَطْحِ الْبَاخِرَةِ.

• وَفِي يَوْمِ 11 آبَ عَامَ 1962م، أُطْلِقَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّيُّ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (فوستوك - 3) إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْأَرْضِ، وَعَلَى مَتْنِهَا رَائِدُ الْفَضَاءِ اندريان بيكولايف، الَّذِي ظَلَّ يَدُورُ مَعَ مَرْكَبَتِهِ حَوْلَ الْأَرْضِ مُدَّةَ (4) أَيَّامٍ، أَنْتَمَ خِلَالَهَا (49) دَوْرَةً.

• وَفِي يَوْمِ 12 آبَ عَامَ 1962م، أُطْلِقَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّيُّ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (فوستوك - 4) إِلَى مَدَارٍ لَهَا حَوْلَ الْأَرْضِ، وَعَلَى مَتْنِهَا رَائِدُ الْفَضَاءِ بافيل بوبوفيتش الَّذِي اسْتَطَاعَ أَثْنَاءَ دَوْرَانِهِ حَوْلَ الْأَرْضِ الْإِفْتِرَاقَ بِمَرْكَبَتِهِ مِنَ الْمَرْكَبَةِ الْفَضَائِيَّةِ (فوستوك - 3) حَتَّى مَسَافَةِ (5) كِيلُومِترَاتٍ، عَنْ طَرِيقِ اسْتِخْدَامِ أَجْهَزَةِ التَّوْجِيهِ الَّتِي رُوِّدَتْ بِهَا مَرْكَبَتُهُ. وَقَدْ تَمَّ هُبُوطُ الْمَرْكَبَتَيْنِ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ فِي وَقْتٍ وَاحِدٍ، وَبِفَاصِلِ زَمَنِيَّ قَدْرُهُ (4) دَقَاقِيقٍ، وَكَانَتِ الْمَرْكَبَةُ (فوستوك - 3) هِيَ الَّتِي هَبَطَتْ أَوَّلًا.

• وَفِي يَوْمِ 3 تَشْرِينَ الْأَوَّلِ مِنْ عَامَ 1962م، أُطْلِقَتِ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (ميركوري - 8) إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْأَرْضِ، وَعَلَى مَتْنِهَا رَائِدُ الْفَضَاءِ والتر شيدا، الَّذِي أَنْتَمَ (6) دَوْرَاتٍ حَوْلَ الْأَرْضِ خِلَالَ (9) سَاعَاتٍ وَ(12) دَقِيقَةً، هَبَطَ بَعْدَهَا عَلَى مِيَاهِ الْمُحِيطِ الْأَطْلَسِيِّ قُرْبَ بَاخِرَةِ الْإِنْقَاذِ الَّتِي كَانَتْ بَانْتِظَارِهِ.

• وَفِي يَوْمِ 15 أَيَّارَ عَامَ 1963م، أُطْلِقَتِ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (ميركوري - 9) إِلَى مَدَارٍ لَهَا حَوْلَ الْأَرْضِ، وَعَلَى مَتْنِهَا رَائِدُ الْفَضَاءِ غوردن كوبر، الَّذِي دَارَ حَوْلَ الْأَرْضِ (22) مَرَّةً خِلَالَ (34) سَاعَةً، هَبَطَ بَعْدَهَا فَوْقَ الْمُحِيطِ الْأَطْلَسِيِّ قُرْبَ بَاخِرَةِ الْإِنْقَاذِ الَّتِي كَانَتْ بَانْتِظَارِهِ. وَقَدْ نُقِلَتْ عَمَلِيَّةُ هُبُوطِهِ إِلَى شَاشَاتِ التَّلْفَازِ، حَيْثُ تَابَعَهَا سُكَّانُ آمِيرِكا الشَّمَالِيَّةِ وَأُورُوبَا، بِوَسَاطَةِ الْقَمَرَيْنِ الصَّنَاعِيَيْنِ



هذا المُلصَقُ أُنتِجَ عَامَ 1973م، فِي رُوسِيَا اِحْتِفَالًا بِيَوْمِ رَائِدِ الْفَضَاءِ يوري غاغارين.

• وَفِي يَوْمِ 5 أَيَّارَ عَامَ 1961م، أُطْلِقَتِ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (ميركوري - 2)، وَبِدَاخِلِهَا أَوَّلُ رَائِدِ فَضَاءٍ آمِيرِكِيٍّ هُوَ آلَن ب. شيبارد؛ وَقَدْ ارْتَفَعَتْ بِهِ الْمَرْكَبَةُ حَتَّى عُلوِّ (480) كَمِ فَوْقَ الْمُحِيطِ الْأَطْلَسِيِّ، ثُمَّ عَادَتْ لِتَهْبِطَ إِلَى سَطْحِ ذَلِكَ الْمُحِيطِ دُونَ أَنْ تَبْلُغَ مَدَاراً لَهَا حَوْلَ الْأَرْضِ. وَقَدْ اسْتَعْرَفَتْ رِحْلَةُ شيبارد تِلْكَ (16) دَقِيقَةً فَقَطْ، حَيْثُ انْتَشَلَ بَعْدَ هُبُوطِهِ عَلَى مِيَاهِ الْمُحِيطِ مَعَ الْمَرْكَبَةِ بِوَسَاطَةِ طَائِرَةٍ عَمُودِيَّةٍ.

• وَفِي يَوْمِ 24 أَيَّارَ عَامَ 1962م، أُطْلِقَتِ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (ميركوري - 7) إِلَى مَدَارٍ لَهَا حَوْلَ الْأَرْضِ، وَعَلَى مَتْنِهَا رَائِدُ الْفَضَاءِ سكوت كاربينتر الَّذِي أَنْتَمَ ثَلَاثَ دَوْرَاتٍ حَوْلَ الْأَرْضِ، هَبَطَ بَعْدَهَا فَوْقَ مِيَاهِ الْمُحِيطِ الْأَطْلَسِيِّ مَعَ



الْمُرْكَبَتَيْنِ إِلَّا مَسَافَةً (5) كِيلُومِتْرَاتٍ؛ وَقَدْ بَعَثَتْ تِيرِيشْكوفا يَوْمَهَا، وَهِيَ فِي الْفَضَاءِ، بِرِسَالَةٍ إِلَى مَرْكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيِّ فِي الْإِتِّحَادِ السُّوفْيِيَّتِيِّ قَالَتْ فِيهَا: "كَانَمَا الْمُرْكَبَةُ طَائِرٌ مَائِيٌّ، وَأَنَا عَلَى أَحْسَنِ مَا أَكُونُ حَالًا، تَمْلُؤُنِي الْغِظَةُ وَأَنَا أَرَى الْأَرْضَ وَالْأَفَقَ الَّذِي يَمْتَدُّ عَلَى حَافَتِهِ، شَرِيطًا مِنْ نُورٍ تَغْلُوهُ زُرْقَةٌ خَفِيفَةٌ: إِنَّهَا الْأَرْضُ، مَا أَجْمَلُهَا!؟".

• وَفِي يَوْمِ 26 كَانُونِ الثَّانِي عَامَ 1964م، أُطْلِقَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ بِاتِّجَاهِ الْقَمَرِ، أَكْبَرَ صَارُوخٍ أُطْلِقَ إِلَى الْجَوِّ حَتَّى ذَلِكَ الْيَوْمِ، وَهُوَ الصَّارُوخُ (ساتورن - S. A. 5) الْمُؤَلَّفُ مِنْ مَرَحَلَتَيْ دَفْعٍ، وَالَّذِي يَزِنُ (17.2) طَن، كَاخْتِبَارٍ لِقُدْرَةِ مِثْلِ هَذَا الصَّارُوخِ عَلَى حَمْلِ رُودِ فَضَاءٍ إِلَى سَطْحِ الْقَمَرِ. وَقَدْ تَبَيَّنَ بِنَتِيجَةِ التَّجَرِبَةِ، أَنَّ قُوَّةَ دَفْعِهِ غَيْرُ كَافِيَةٍ لِلْقِيَامِ بِتِلْكَ الْمَهْمَةِ، وَأَنَّهُ يَجِبُ إِحْلَالُ صَارُوخٍ آخَرَ مَكَانَهُ، أَقْوَى مِنْهُ دَفْعًا، وَأَكْثَرَ تَعَدُّدًا فِي مَرَاكِحِ الدَّفْعِ.

• وَفِي يَوْمِ 12 تَشْرِينِ الْأَوَّلِ عَامَ 1964م، أُطْلِقَ الْإِتِّحَادُ السُّوفْيِيَّتِيُّ الْمُرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (فوسخود - 1) الَّتِي تَزِنُ (5320) كِغ، إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْأَرْضِ، وَعَلَى مَنَئِهَا رَائِدُ الْفَضَاءِ بَافِلِ بِلْيَايِف وَمُسَاعِدُهُ أَلِيكْسِي لِيُونُوف وَالطَّيِّبُ فَيُوك نِيستوف. وَقَدْ دَارَتْ حَوْلَ الْأَرْضِ (17) دَوْرَةً، كَانَ سُكَّانُ الْأَرْضِ خِلَالَهَا يَتَابِعُونَ تَحَرُّكَ الْمُرْكَبَةِ فِي الْفَضَاءِ عَلَى شَاشَاتِ التَّلْفَازِ. وَقَدْ قَامَ أَلِيكْسِي لِيُونُوف، خِلَالَ ذَلِكَ، بِالْخُرُوجِ مِنَ الْمُرْكَبَةِ، وَأَخَذَ يَسْبُحُ فِي الْفَضَاءِ وَهُوَ مُشْدُودٌ بِحَبْلِ مَقْتُولٍ إِلَى الْمُرْكَبَةِ. وَعِنْدَمَا سَأَلَهُ الْعَامِلُونَ فِي مَرْكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّ عَنْ شُعُورِهِ وَهُوَ فِي هَذِهِ الْحَالَةِ، قَالَ: "لَقَدْ شَعَرْتُ أَنِّي مُطْلَقٌ الْحُرِّيَّةَ، أَطِيرُ كَالْعَصَافِيرِ؛ وَلَقَدْ رَأَيْتُ وَجْهَ الْأَرْضِ، الَّذِي لَا نِهَآيَةَ لَهُ، يَحْتَلُّ نِصْفَ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ؛ كَمَا رَأَيْتُ بِلَادَنَا، بَدْءًا مِنَ الْبَحْرِ الْأَسْوَدِ وَحَتَّى جَزِيرَةَ سَاخَالِينِ".

الْمُعَدَّيْنِ لِلْبَثِّ التَّلْفَازِيِّ: (ريلاي - 1) و(تلسنار - 2).

وَقَدْ اسْتَطَاعَ كوبر، خِلَالَ رِحْلَتِهِ هَذِهِ، جَمْعَ الْمَعْلُومَاتِ الْفَضَائِيَّةِ الَّتِي كُتِفَ بِهَا، لِلِاسْتِفَادَةِ مِنْهَا، وَأَخَذَهَا بِعَيْنِ الْإِعْتِبَارِ عِنْدَ تَنْفِيزِ مَشْرُوعِي جِيْمِينِي وَأَبُولُو اللَّذَيْنِ كَانَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ تُعِدُّهُمَا لِإِطْلَاقِهِمَا بِاتِّجَاهِ الْقَمَرِ.

وَعِنْدَمَا تَحَدَّثَ جُون كَنِيدِي، رَئِيسُ الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ يَوْمَهَا، مُشِيدًا بِمَا قَامَ بِهِ كوبر، قَالَ: "لَقَدْ حَقَّقَ كوبر بِرِحْلَتِهِ هَذِهِ انْتِصَارًا لِلرُّوحِ الْبَشَرِيَّةِ".

• وَفِي يَوْمِ 14 حُزَيْرَانَ عَامَ 1963م، أُطْلِقَ الْإِتِّحَادُ السُّوفْيِيَّتِيُّ إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْأَرْضِ الْمُرْكَبَةُ الْفَضَائِيَّةَ (فوستوك - 5) وَعَلَى مَنَئِهَا رَائِدُ الْفَضَاءِ فَالِيرِي بِيكوفسكي الَّذِي قَامَ بِالْدَّوْرَانِ حَوْلَ الْأَرْضِ (82) مَرَّةً خِلَالَ (5) أَيَّامٍ.



أول رائدة فضاء في العالم

• وَقَبْلَ عَوْدَةِ الْمُرْكَبَةِ (فوستوك - 5) مَعَ رَائِدِهَا إِلَى الْأَرْضِ، أُطْلِقَ الْإِتِّحَادُ السُّوفْيِيَّتِيُّ يَوْمَ 16 حُزَيْرَانَ عَامَ 1963م، الْمُرْكَبَةُ الْفَضَائِيَّةَ (فوستوك - 6) وَعَلَى مَنَئِهَا أَوَّلُ رَائِدَةِ فَضَاءٍ فِي الْعَالَمِ فَاِلَانْتِينَا تِيرِيشْكوفا الَّتِي دَارَتْ حَوْلَ الْأَرْضِ (48) دَوْرَةً خِلَالَ (5) أَيَّامٍ؛ وَقَدْ تَمَكَّنَتْ، بِوَسَاطَةِ اسْتِخْدَامِهَا لِأَجْهَازَةِ التَّوَجُّهِ الْمَوْجُودَةِ فِي الْمُرْكَبَةِ، مِنَ الْإِقْتِرَابِ مِنَ الْمُرْكَبَةِ الْفَضَائِيَّةِ (فوستوك - 5) حَتَّى لَمْ يَبْقَ بَيْنَ



• وَفِي يَوْمِ 18 آدَارَ عَامِ 1965م، أُطْلِقَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّيُّ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (فوسخود - 2) إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْأَرْضِ، وَعَلَى مَتْنِهَا قَائِدُهَا بَافِيلُ بِلَايِفِ وَمُسَاعِدُهُ أَلِيكْسِي لِيُونُوف. وَقَدْ أَتَمَّتْ (17) دَوْرَةَ حَوْلِ الْأَرْضِ خِلَالَ (26) سَاعَةٍ. وَقَدْ قَامَ لِيُونُوفُ بِالْخُرُوجِ مِنَ الْمَرْكَبَةِ، حَيْثُ ظَلَّ يَسْبُحُ فِي الْفَضَاءِ لِمُدَّةِ (20) دَقِيقَةٍ، وَهُوَ مَشْدُودٌ بِحَبْلِ مَفْتُولٍ إِلَيْهَا؛ وَكَانَ النَّاسُ أَتْنَاءَهَا يَرَوْنَهُ عَلَى شَاشَاتِ التَّلْفَازِ، حَيْثُ بَدَأَ وَقَدْ اتَّجَهَ رَأْسُهُ نَحْوَ الْأَسْفَلِ. وَلَمَّا سُئِلَ عَنْ حَالِهِ، قَالَ: "كُلُّ شَيْءٍ عَلَى مَا يُرَامُ، وَأَنَا فِي حَالَةٍ مُمْتَازَةٍ؛ إِذْ إِنَّهُ فِي حَالَةٍ انْعِدَامِ الْوِزْنِ، لَا يُوجَدُ أَعْلَى وَلَا أَسْفَلُ".

• وَفِي يَوْمِ 21 آبَ عَامِ 1965م، أُطْلِقَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (جيميبي - 5) إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْأَرْضِ، وَعَلَى مَتْنِهَا رَائِدَا الْفَضَاءِ غُورْدَنُ كُوبِرُ وَكُونَرَاد. وَقَدْ هَبَطَا فَوْقَ مِيَاهِ الْمُحِيطِ الْأَطْلَسِيِّ مَعَ مَرْكَبَتَيْهِمَا بَعْدَ أَنْ قَطَعَا مَسَافَةَ (5.4) مِلْيُونِ كِيلُومِترٍ حَوْلَ الْأَرْضِ طِيلَةَ رِحْلَتِهِمَا تِلْكَ.

• وَفِي يَوْمِ 4 كَانُونِ الْأَوَّلِ عَامِ 1965م، أُطْلِقَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (جيميبي - 7) إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْأَرْضِ، وَعَلَى مَتْنِهَا رَائِدَا الْفَضَاءِ (ف. بورمان) وَ(ج. أ. لوفيل). وَقَدْ أَتَمَّا (206) دَوْرَاتٍ حَوْلَ الْأَرْضِ خِلَالَ (13) يَوْمًا وَ(18) سَاعَةً، وَقَطَعَا خِلَالَ ذَلِكَ مَسَافَةَ (8.8) مِلْيُونِ كِيلُومِترٍ؛ ثُمَّ هَبَطَا عَلَى سَطْحِ مِيَاهِ الْمُحِيطِ الْأَطْلَسِيِّ مَعَ مَرْكَبَتَيْهِمَا قُرْبَ سَفِينَةِ الْإِنْقَازِ الَّتِي كَانَتْ تَنْتَظِرُهُمَا.

• وَفِي يَوْمِ 15 كَانُونِ الْأَوَّلِ عَامِ 1965م، أُطْلِقَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (جيميبي - 6) إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْأَرْضِ، وَعَلَى مَتْنِهَا رَائِدَا الْفَضَاءِ (والتر شيرا) وَ(ت. ب. ستافورد). وَقَدْ دَامَتْ رِحْلَتُهَا (14) يَوْمًا. وَكَانَ رَائِدُ الْفَضَاءِ الْوَالْتَرُ شِيرَا قَدْ قَامَ بِمُحَاوَلَةٍ لِلِاقْتِرَابِ مِنَ الْمَرْكَبَةِ (جيميبي - 7)، مُسْتَعْدِمًا لِذَلِكَ (16) مُحَرِّكًا فِي مَرْكَبَتِهِ،

• وَفِي يَوْمِ 23 آدَارَ عَامِ 1965م، أُطْلِقَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (جيميبي - 3) إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْأَرْضِ، وَعَلَى مَتْنِهَا رَائِدَا الْفَضَاءِ مَآكُ دِيفِيَّتْ وَإِدُورَ وَآيْت. وَقَدْ أَتَمَّتْ (62) دَوْرَةَ حَوْلِ الْأَرْضِ خِلَالَ (97) سَاعَةٍ وَ(54) دَقِيقَةٍ، قَامَ خِلَالَهَا مَآكُ دِيفِيَّتْ بِالْخُرُوجِ مِنَ الْمَرْكَبَةِ، وَالسَّبَاحَةِ فِي الْفَضَاءِ لِمُدَّةِ (20) دَقِيقَةٍ، وَهُوَ مَشْدُودٌ بِحَبْلِ مَفْتُولٍ إِلَيْهَا. وَعِنْدَمَا حَاوَلَ الرَّائِدَانِ إِعَادَةَ لَصْقِ الْمَرْكَبَةِ بِالْجُزْءِ الْأَخِيرِ مِنَ الصَّارُوخِ الَّذِي انْفَصَلَ عَنْهَا بَعْدَ أَنْ حَمَلَهَا إِلَى مَدَارِهَا، لَمْ يَنْجَحَا.

• وَفِي يَوْمِ 3 حُزَيْرَانَ عَامِ 1965م، أُطْلِقَتِ الْوَلَايَاتُ



إِدُورَدُ وَآيْتُ وَهُوَ يَخْرُجُ مِنْ مَرْكَبَتِهِ جِمِيْبِي.

• وَفِي يَوْمِ 23 آدَارَ عَامِ 1965م، أُطْلِقَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (جيميبي - 3) إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْأَرْضِ، وَعَلَى مَتْنِهَا رَائِدَا الْفَضَاءِ مَآكُ دِيفِيَّتْ وَإِدُورَ وَآيْت. وَقَدْ أَتَمَّتْ (62) دَوْرَةَ حَوْلِ الْأَرْضِ خِلَالَ (97) سَاعَةٍ وَ(54) دَقِيقَةٍ، قَامَ خِلَالَهَا مَآكُ دِيفِيَّتْ بِالْخُرُوجِ مِنَ الْمَرْكَبَةِ، وَالسَّبَاحَةِ فِي الْفَضَاءِ لِمُدَّةِ (20) دَقِيقَةٍ، وَهُوَ مَشْدُودٌ بِحَبْلِ مَفْتُولٍ إِلَيْهَا. وَعِنْدَمَا حَاوَلَ الرَّائِدَانِ إِعَادَةَ لَصْقِ الْمَرْكَبَةِ بِالْجُزْءِ الْأَخِيرِ مِنَ الصَّارُوخِ الَّذِي انْفَصَلَ عَنْهَا بَعْدَ أَنْ حَمَلَهَا إِلَى مَدَارِهَا، لَمْ يَنْجَحَا.

• وَفِي يَوْمِ 3 حُزَيْرَانَ عَامِ 1965م، أُطْلِقَتِ الْوَلَايَاتُ



الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةُ الْفَضَائِيَّةُ (جيميبي - 10) إِلَى مَدَارٍ لَهَا حَوْلَ الْأَرْضِ، وَعَلَى مَتْنِهَا رَائِدَا الْفَضَاءِ جُون بونغ وَمَايكل كولنيز. وَقَدْ دَارَتِ الْمَرْكَبَةُ بِهِمَا (44) دَوْرَةً حَوْلَ الْأَرْضِ خِلَالَ (3) ثَلَاثَةِ أَيَّامٍ، قَامَا خِلَالَهَا بِتَجْرِبَةٍ نَاجِحَةٍ لِلِالْتِحَامِ مَعَ صَارُوخٍ كَانَ قَدْ أُطْلِقَ لِهَذِهِ الْغَايَةِ.

• وَفِي يَوْمٍ 12 أَيْلُولَ عَامَ 1966م، أُطْلِقَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةُ الْفَضَائِيَّةُ (جيميبي - 11) إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْأَرْضِ، وَعَلَى مَتْنِهَا رَائِدَا الْفَضَاءِ كُونراد وَغوردن. وَقَدْ أَتَمَّتْ (44) دَوْرَةً حَوْلَ الْأَرْضِ خِلَالَ (71) سَاعَةً، قَامَ خِلَالَهَا الرَّائِدَانِ بِعَمَلِيَّةِ الْتِحَامٍ مَعَ صَارُوخٍ أُطْلِقَ لِهَذِهِ الْغَايَةِ، كَمَا سَبَّحَ غوردن مُدَّةَ (40) دَقِيقَةً فِي الْفَضَاءِ وَهُوَ مُشْدُودٌ بِحَبْلِ مَفْتُولٍ إِلَى الْمَرْكَبَةِ.

• وَفِي يَوْمٍ 11 تَشْرِينَ الثَّانِي عَامَ 1966م، أُطْلِقَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةُ الْفَضَائِيَّةُ (جيميبي - 12) إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْأَرْضِ، وَعَلَى مَتْنِهَا رَائِدَا الْفَضَاءِ لوفيل وَادوين الدرين. وَقَدْ قَامَا بِالِالْتِحَامِ مَعَ صَارُوخٍ أُطْلِقَ لِهَذِهِ الْغَايَةِ، كَمَا ظَلَّ الدرين مُدَّةَ (5.5) سَاعَاتٍ وَهُوَ يَسْبُحُ فِي الْفَضَاءِ، وَيَسُدُّهُ إِلَى الْمَرْكَبَةِ حَبْلٌ مَفْتُولٌ.



كَبَسُولَةٌ مِنْ طِرَازِ «أبولو» وَنَمُودُجٌ لِتَشْغِيلِهَا، حَيْثُ يَحْمِلُ النَّمُودُجُ مُحَرَّكَاً صَارُوخِيّاً ذَاتِ ثَلَاثَةِ دَفْعَةٍ (9979) كِيلُو غَرَامًا، وَيَعْمَلُ عَلَى رَابِعِ أَكْسِيدِ النِّتْرُوجِينِ وَالْهَيْدْرَازِينِ كَوَقُودٍ. حَيْثُ يُسْتَخْدَمُ هَذَا الْوَقُودُ لِتَصْحِيحِ مَسَارِ الْمَرْكَبَةِ، أَوْ اسْتِطَاعَتِهَا حَتَّى تَصِلَ إِلَى مَدَارِهَا حَوْلَ الْقَمَرِ: ثُمَّ دَفْعُهَا ثَانِيَةً لِعُودِهَا إِلَى الْأَرْضِ.

حَيْثُ ظَلَّ يَغْلُو وَيَهْبِطُ بِمَرْكَبَتِهِ أَمَامَ الْمَرْكَبَةِ (جيميبي - 7)، وَيَتَقَدَّمُ وَيَتَرَجَّعُ عَنْهَا، وَهُوَ يَتَحَرَّكُ بِسُرْعَةٍ (28) أَلْفَ كِيلُومِترٍ فِي السَّاعَةِ، حَتَّى اسْتَطَاعَ الْاقْتِرَابَ مِنْهَا لِمَسَافَةٍ لَمْ تَزِدْ عَلَى (35) سَنْتِمِترًا.

• وَفِي يَوْمٍ 22 شُبَّاطَ عَامَ 1966م، أُطْلِقَ الْإِتِّحَادُ السُّوفْيِيَّتِيُّ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةُ (كوسموس - 110) إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْأَرْضِ، وَعَلَى مَتْنِهَا الْكَلْبَانِ فِتُوروك وَأَوْغْلُوبوك. وَقَدْ ظَلَّتْ تَدُورُ بِهِمَا حَوْلَ الْأَرْضِ عَلَى ارْتِفَاعٍ (900) كَمٍ عَنِ سَطْحِ الْأَرْضِ لِمُدَّةٍ (22) يَوْمًا؛ ثُمَّ هَبَطَتْ بِهِمَا بِسَلَامٍ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ.

• وَفِي يَوْمٍ 16 آذَارَ عَامَ 1966م، أُطْلِقَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةُ (جيميبي - 8) إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْأَرْضِ، وَعَلَى مَتْنِهَا رَائِدَا الْفَضَاءِ نِيل أرمسترونغ وَر. سكوت. وَقَدْ قَامَا بِالِالْتِحَامِ مَعَ الصَّارُوخِ الَّذِي كَانَ قَدْ أُرْسِلَ مِنْ قَبْلُ إِلَى مَدَارٍ لَهُ حَوْلَ الْأَرْضِ؛ إِلَّا أَنَّ عَمَلِيَّةَ الْإِلْتِحَامِ أَدَّتْ إِلَى ارْتِجَاجٍ مُسْتَمِرٍّ فِي الْمَرْكَبَةِ، بِشَكْلِ أَرْعَاجٍ وَأَرْبَكٍ الرَّائِدَيْنِ اللَّذَيْنِ صَدَرَتْ إِلَيْهِمَا الْأَوَامِرُ مِنَ الْعَامِلِينَ فِي مَرْكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيِّ بِالْكَفِّ عَنْ هَذِهِ الْمُحَاوَلَةِ. وَقَدْ هَبَطَتْ بِهِمَا الْمَرْكَبَةُ عَلَى سَطْحِ الْمُحِيطِ الْهَادِي قُرْبَ سَفِينَةِ الْإِنْقَازِ الَّتِي كَانَتْ بَانْتِظَارِهِمَا.

• وَفِي يَوْمٍ 3 خَزِيرَانَ عَامَ 1966م، أُطْلِقَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةُ الْفَضَائِيَّةُ (جيميبي - 9) إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْأَرْضِ، وَعَلَى مَتْنِهَا رَائِدَا الْفَضَاءِ ت. ستافورد وَأ. غِيرَنان. وَقَدْ دَارَتِ (44) دَوْرَةً حَوْلَ الْأَرْضِ خِلَالَ (3) أَيَّامٍ، أَجْرَى خِلَالَهَا رَائِدَا الْفَضَاءِ مُحَاوَلَةَ الْإِلْتِحَامِ مَعَ الصَّارُوخِ الْأَمِيرِكِيِّ، الَّذِي كَانَ قَدْ أُطْلِقَ لِهَذِهِ الْغَايَةِ؛ كَمَا ظَلَّ غِيرَنان يَسْبُحُ فِي الْفَضَاءِ لِمُدَّةٍ زَادَتْ عَلَى (2) سَاعَتَيْنِ، وَهُوَ مُشْدُودٌ بِحَبْلِ مَفْتُولٍ إِلَى الْمَرْكَبَةِ.

• وَفِي يَوْمٍ 18 تَمُوزَ عَامَ 1966م، أُطْلِقَتِ الْوَلَايَاتُ



وَعِنْدَ انْتِهَاءِ مَهْمَتِهِمْ فِي الدَّوْرَانِ حَوْلَ الْقَمَرِ، قَامُوا بِإِعَادَةِ لَحْمِ الْمَرْكَبَةِ مَعَ الصَّارُوخِ الَّذِي انْطَلَقَ بِهِمْ بِاتِّجَاهِ الْأَرْضِ.

• وَفِي يَوْمِ 18 آيَّارَ عَامَ 1969، أَطْلَقَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (أبوللو - 10) بِوَسَاطَةِ صَارُوخِ ساتورن إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْقَمَرِ، وَعَلَى مَتْنِهَا رُؤَادُ الْفَضَاءِ الثَّلَاثَةُ شتافورد وسيرنان وبيونغ. وَقَدْ انفصلتِ الْمَرْكَبَةُ عَنِ الصَّارُوخِ عِنْدَمَا بَلَغَتِ الْمَدَارَ الْمُحَدَّدَ لَهَا، ثُمَّ انفصلتِ عَنِ جِهَازِ الْفِيَادَةِ الَّذِي أُعِدَّ لَتَعُودَ بِهِ الْمَرْكَبَةُ إِلَى الْأَرْضِ، وَذَلِكَ حِينَ اقْتَرَبَتْ بِرُؤَادِهَا حَتَّى مَسَافَةِ (15) كَمٍ مِنَ الْقَمَرِ؛ ثُمَّ عَادَتْ فَالْتَحَمَتْ مَعَ جِهَازِ الْفِيَادَةِ بَعْدَ ابْتِعَادِهَا عَنِ الْقَمَرِ، حَيْثُ أَوْصَلَهَا مَعَ رُؤَادِهَا إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ.

وَكَانَتْ هَذِهِ آخِرُ تَجْرِبَةٍ تَمَّ بِتَبَيُّنِهَا الْإِطْمِئْنَانُ عَلَى أَنَّهُ أَصْبَحَ بِالْإِمْكَانِ الْهَبُوطُ بِمَرْكَبَةٍ قَمَرِيَّةٍ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ مَعَ الرُّؤَادِ الَّذِينَ سَقَلَهُمْ إِلَيْهِ، وَإِمْكَانِيَّةُ عَوْدَتِهِمْ مَعَ الْمَرْكَبَةِ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ.

### الْهَبُوطُ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ

• فِي يَوْمِ الْأَرْبَعَاءِ 16 تَمُوزَ عَامَ 1969م، أَطْلَقَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الصَّارُوخَ (ساتورن - 5)، ذَا الْمَرَاكِحِ الثَّلَاثَةِ، بِاتِّجَاهِ الْقَمَرِ، وَهُوَ يَحْمِلُ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (أبوللو - 11)، الْمُؤَلَّفَةَ مِنْ مَرْكَبَتَيْنِ مُتَّصِلَتَيْنِ مَعَ بَعْضِهِمَا،



• وَفِي يَوْمِ 11 تَشْرِينَ الْأَوَّلِ عَامَ 1968م، أَطْلَقَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (أبوللو - 7) إِلَى مَدَارٍ لَهَا حَوْلَ الْأَرْضِ، بِوَسَاطَةِ الصَّارُوخِ (ساتورن - 4)؛ وَكَانَ عَلَى مَتْنِهَا رُؤَادُ الْفَضَاءِ الثَّلَاثَةُ شيرا وكانجهام وإيسيل، حَيْثُ قَامُوا بِتَجَارِبٍ عَلَى الْفِيَادَةِ الْيَدَوِيَّةِ لِلْمَرْكَبَةِ.

• وَفِي يَوْمِ 21 كَانُونِ الْأَوَّلِ عَامَ 1968م، أَطْلَقَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (أبوللو - 8) إِلَى مَدَارٍ لَهَا حَوْلَ الْقَمَرِ، بِوَسَاطَةِ الصَّارُوخِ (ساتورن - 5)؛ وَكَانَ عَلَى مَتْنِهَا رُؤَادُ الْفَضَاءِ الْأَرْبَعَةُ إيسيل وبورمان ولوفيل وأندريس. وَبَعْدَ أَنْ قَامَتْ بِالْدَّوْرَانِ حَوْلَ الْقَمَرِ، عَادَتْ مَعَ رُؤَادِهَا إِلَى الْأَرْضِ.

• وَفِي يَوْمِ 13 آذَارَ عَامَ 1969م، أَطْلَقَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (أبوللو - 9)، بِوَسَاطَةِ الصَّارُوخِ (ساتورن - 5) إِلَى مَدَارٍ لَهَا حَوْلَ الْقَمَرِ، حَيْثُ قَامَ رُؤَادُ الْفَضَاءِ بِفَضْلِ الْمَرْكَبَةِ عَنِ الصَّارُوخِ عِنْدَ بُلُوغِهَا الْمَدَارَ الْمُحَدَّدَ لَهَا؛



صاروخ الفضاء ساتورن-5 الذي حمل رواد الفضاء إلى القمر



مِسَاحَةً مَلْعَبِ كُرَةِ الْقَدَمِ. وَبَعْدَ أَنْ اسْتَرَاخَا، قَامَا بِالْهَبُوطِ مِنَ الْمَرْكَبَةِ إِلَى سَطْحِ الْقَمَرِ لَتَنْفِيزِ الْمَهَامِّ الْمَوْكُولَةِ إِلَيْهِمَا، ثُمَّ عَادَا إِلَى الْمَرْكَبَةِ حَيْثُ نَامَا فِيهَا تِلْكَ اللَّيْلَةَ.

وَفِي صَبَاحِ يَوْمِ الْاِثْنَيْنِ 21 تَمُوزَ عَامَ 1969م، عَادَ الرَّائِدَانِ بِمَرْكَبَتَيْهِمَا آدَلِر، مُنْطَلِقَيْنِ مِنْ سَطْحِ الْقَمَرِ بِاتِّجَاهِ الْمَرْكَبَةِ كُولومبيا الَّتِي كَانَتْ تَدُورُ مَعَ رَائِدِ الْفَضَاءِ الْمَوْجُودِ فِيهَا مَائِكِل كُولِينز حَوْلَ الْقَمَرِ بِانْتِظَارِ عَوْدَتَيْهِمَا. وَعِنْدَمَا اقْتَرَبَا مِنَ الْمَرْكَبَةِ كُولومبيا، قَامَا بِلَحْمِ مَرْكَبَتَيْهِمَا بِهَا؛ وَلَمَّا تَمَّ لَهُمَا ذَلِكَ، انْتَقَلَا إِلَيْهَا، وَانْضَمَّا إِلَى رَمِيلَيْهَا؛ حَيْثُ بَدَؤُوا رِحْلَةَ الْعَوْدَةِ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ. وَقَدْ هَبَطُوا بِمَرْكَبَتَيْهِمْ كُولومبيا بِسَلَامٍ عَلَى سَطْحِ الْمُحِيطِ الْهَادِي؛ وَهُنَاكَ تَمَّ انْتِشَالُهُمْ مَعَ الْمَرْكَبَةِ، وَمَا كَانَتْ تَحْمِلُهُ مِنْ صُخُورٍ وَأَثَرِيَّةٍ قَمَرِيَّةٍ كَانِ الرَّائِدَانِ قَدْ



الاثنين، 21 يوليو : 0256 ساعة  
ارمسترونج يمشي على القمر.

109,24



الاثنين، 21 يوليو : 0312 ساعة  
بعد 16 دقيقة انضم الدرين إلى ارمسترونج على سطح القمر.

109,40



الاثنين، 21 يوليو : 0447 ساعة  
الملاحان يضعان الأجهزة العلمية ويجمعان عينات صخرية.

111,15

إِحْدَاهُمَا مُعَدَّةً لِلْهَبُوطِ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ بَعْدَ انْفِصَالِهَا عَنِ الْمَرْكَبَةِ الثَّانِيَةِ الَّتِي تَظَلُّ تَدُورُ حَوْلَ الْقَمَرِ بِانْتِظَارِ عَوْدَةِ الْمَرْكَبَةِ الْأُولَى لِلِلِاتِّحَامِ بِهَا وَالْعَوْدَةِ مَعًا إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ. وَكَانَ عَلَى مَتْنِ الْمَرْكَبَةِ (أبوللو - 11)، رُؤَاؤُ الْفَضَاءِ الثَّلَاثَةُ نِيل أَرْمِسترونج وَادوين الدرين وَمَائِكِل كُولِينز.

وَفِي يَوْمِ الْأَحَدِ 20 تَمُوزَ عَامَ 1969م، اتَّخَذَتِ الْمَرْكَبَةُ مَدَارًا لَهَا حَوْلَ الْقَمَرِ؛ وَعِنْدَهَا قَامَ الرَّائِدَانِ نِيل أَرْمِسترونج وَادوين الدرين بِالِانْتِقَالِ مِنَ الْمَرْكَبَةِ كُولومبيا، الَّتِي خُطِّطَ لَهَا أَنْ تَظَلَّ تَدُورُ حَوْلَ الْقَمَرِ، إِلَى الْمَرْكَبَةِ آدَلِر، الَّتِي دُعِيَتْ إِيْغَلْ آيِ النَّسْرُ، اسْتِعْدَادًا لِلْهَبُوطِ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ بَعْدَ انْفِصَالِهَا عَنِ الْمَرْكَبَةِ كُولومبيا.

وَفِي نَفْسِ الْيَوْمِ انْفَصَلَتِ الْمَرْكَبَةُ (إِيْغَلْ) عَنِ الْمَرْكَبَةِ كُولومبيا، وَفِيهَا الرَّائِدَانِ أَرْمِسترونج وَالدرين، وَأَخَذَتْ بِالْهَبُوطِ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ، حَيْثُ نَزَلَتْ بِهَدُوءٍ فِي الْمِنْطَقَةِ الْمُسَمَّاةِ بَحَرِ الْهَدُوءِ قُرْبَ قُوْهَةِ بُرْكَانٍ تُعَادِلُ مِسَاحَتَهَا



الأرضي في الاتحاد السوفييتي.

وقد هبطت المركبة بهدوء على سطح القمر؛ وهناك انفتح بابها، واندفعت منها السيارة (لوناخود - 1) التي أخذت تتحرك على ذلك السطح، حسب التوجيهات التي كانت تتلقاها. وقد قطعت مسافة (10540) متراً وهي تتجول على سطح القمر، قامت أثناءها بدراسة تركيب الصخور القمرية فيزيائياً وكيميائياً، ما كان منها سطحياً أو قائماً تحت السطح.

وقبل عودة المركبة (لونا - 17) إلى سطح الأرض، قامت السيارة (لوناخود - 1) بحمل الأتربة والصخور ووضعها في صندوق فيها أحكمت إغلاقه، كما حملت إلى المركبة نتائج الدراسات التي قامت بها؛ ثم ابتعدت عن المركبة التي انطلقت من سطح القمر باتجاه الأرض.

وكانت المركبة (لونا - 17) قد قامت بـ 17 ألف صورة عادية إلى مركز المراقبة الأرضي في الاتحاد السوفييتي، بالإضافة إلى (200) صورة مجسمة تظهر تفاصيل ودقائق المنطقة التي شملها التصوير من سطح القمر.

وقد تركت السيارة (لوناخود - 1) على سطح القمر لتوالي تزويد مركز المراقبة الأرضي بما يطلب منها من معلومات إضافية في المستقبل، أو لتوجيهها، فيما بعد، في مهمة جديدة إلى أحد كواكب المنظومة الشمسية، بعد تزويدها من الأرض بمركبة قيادة تنقلها إلى ذلك الكوكب.

وعلى الرغم من نجاح الولايات المتحدة في بلوغ روادها سطح القمر، فقد تابعت إرسال عدة مركبات فضائية لاستكمال بعض الدراسات في مناطق مختلفة من سطح القمر. وكانت أول مركبة وجهتها للهبوط على سطح القمر بعد المركبة (أبوللو - 11) وهي:

• المركبة (أبوللو - 12) التي حملت رائدي فضاء قاما

جمعها من سطح القمر بعد أن خلفا عليه العديد من الأجهزة العلمية المخصصة لبث معلومات مختلفة عن القمر وجوه باتجاه مركز المراقبة الأرضي في الولايات المتحدة.

• وفي يوم 12 تشرين الأول عام 1970م، أطلق الاتحاد السوفييتي المركبة القمرية غير المأهولة (لونا - 16) باتجاه القمر. وقد هبطت برفق على سطحه، وفي المكان المحدد لها، عند خط استوائه، إلى الغرب من الفوهة البركانية المسماة (وب). وقد قامت أجهزة المركبة، بتوجيه من مركز المراقبة الأرضي في الاتحاد السوفييتي، بتسجيل معلومات عن سطح القمر وجوه، كما قامت بحمل جزء من تربة القمر، بعضها أخذته من السطح، وبعضها من أعماق مختلفة واقعة بين السطح وعمق (35) ستيومتراً، وقامت بوضعه في صندوق تم إغلاقه آلياً بإحكام، كان معداً لذلك داخل المركبة. وقد تم استعادة المركبة آلياً نحو الأرض بعد أن تركت على سطح القمر لمدة يوم واحد.

• وفي يوم 14 تشرين الثاني عام 1970م، أطلق الاتحاد السوفييتي صاروخاً حمل المركبة (لونا - 13) إلى سطح القمر، وكانت مزودة بمختبر كامل التجهيز، وبسيارة



المركبة الروسية لوناخود

ذات (8) عجلات، دُعيت (لوناخود - 1)، يُمكن تسييرها وتوجيهها، وهي على سطح القمر، آلياً من مركز المراقبة



وَلَمَّا هَبَطَتِ الْمَرْكَبَةُ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ فِي مَنَاطِقَ جِبَالِ الْأُبْنِينَ، قُرْبَ وَادِي هَادِلِي الْعَمِيقِ، أَنْزَلَ الرَّائِدَانِ السَّيَّارَةَ الَّتِي اصْطَحَبَاهَا مَعَهُمَا إِلَى سَطْحِ الْقَمَرِ، ثُمَّ امْتَنَطِيَاهَا وَبَدَأَا بِالتَّجَوُّلِ فِيهَا. وَكَانَا يَتَوَقَّفَانِ بَيْنَ فِتْرَةٍ وَأُخْرَى لِيَجْمَعَ عَيِّنَاتٍ مِنْ تُرْبَةِ الْقَمَرِ وَصُخُورِهِ، الَّتِي انْتَزَعُوا بَعْضُهَا مِنْ مَنَاطِقَ بَلَغَ عُقْمُهَا (3) أَمْتَارٍ تَحْتَ سَطْحِ الْقَمَرِ، بَيْنَمَا انْتَزَعُوا بَعْضُهَا الْآخَرَ مِنْ عُقْمٍ نِصْفِ مِثْرٍ وَمِثْرٍ وَمِثْرَيْنِ وَمِثْرَيْنِ وَنِصْفِ. وَقَدْ بَلَغَ وَزْنُ مَا حَمَلُوهُ مِنْ أَتْرَبَةٍ وَصُخُورٍ إِلَى مَرْكَبَتِهِمْ مَقْدَارَ (75) كِغْ؛ ثُمَّ تَرَكُوا السَّيَّارَةَ وَأَخَذُوا يَنْتَقِلُونَ عَلَى أَقْدَامِهِمْ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ، حَيْثُ ثَبَّتُوا عِدَدًا مِنَ الْأَجْهَرَةِ الْعِلْمِيَّةِ، وَقَامُوا بِإِجْرَاءِ دَرَسَاتٍ حَوْلَ جَوِّ الْقَمَرِ وَحَقْلِهِ الْمَغْنَاطِيْسِيِّ، وَمَقْدَارِ الْإِشْعَاعَاتِ الْكُوْنِيَّةِ الَّتِي يَتَعَرَّضُ لَهَا. وَقَدْ أَمْضَى الرَّائِدَانِ مُدَّةَ يَوْمَيْنِ وَ(19) سَاعَةً عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ قَبْلَ أَنْ يَعودَا بِمَرْكَبَتَيْهِمَا إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ مَعَ مَا يَحْمِلَانِهِ.

• وَفِي يَوْمِ 16 نَيْسَانَ عَامِ 1972م، أُطْلِقَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الصَّارُوخَ الَّذِي حَمَلَ الْمَرْكَبَةَ (أبوللو - 16) إِلَى الْقَمَرِ، وَعَلَى مَنَاقِبِهَا رَائِدُ فَضَاءٍ. وَقَدْ هَبَطَتِ الْمَرْكَبَةُ بِهْدُوءٍ فِي سَهْلٍ (كَيْلِي)، قُرْبَ مُرْتَمَعَاتِ (دِيكَارْت) الَّتِي تَقَعُ فِي الْجُزْءِ الْجَنُوبِيِّ الشَّرْقِيِّ مِنْ وَجْهِ الْقَمَرِ الْمُتَّجِهِ نَحُونًا. وَبَعْدَ أَنْ اسْتَرَاحَا، نَزَلَا مِنْ مَرْكَبَتَيْهِمَا إِلَى سَطْحِ الْقَمَرِ، حَيْثُ التَّقَطَّ الْعَدِيدُ مِنَ الصُّوَرِ الْمُجَسِّمَةِ، وَجَمَعَ نَمَازِجَ مُخْتَلِفَةً مِنْ تُرْبَةِ الْقَمَرِ وَصُخُورِهِ، ثُمَّ عَادَا بِذَلِكَ كُلِّهِ مَعَ مَرْكَبَتَيْهِمَا إِلَى الْأَرْضِ.

• وَفِي نَهَايَةِ عَامِ 1972م، أُطْلِقَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (أبوللو - 17) إِلَى الْقَمَرِ، وَعَلَى مَنَاقِبِهَا رَائِدَا فَضَاءٍ هَبَطَا بِهْدُوءٍ بِمَرْكَبَتَيْهِمَا عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ، حَيْثُ نَزَلَا وَقَامَا بِالتَّقَاطِ عِدَدٍ مِنَ الصُّوَرِ، وَجَمَعَ عَيِّنَاتٍ مِنَ التُّرْبَةِ وَالصُّخُورِ، كَمَا أَجْرَيَا دَرَسَاتٍ مُخْتَلِفَةً

بِالْهُبُوطِ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ، وَنَفَّذَا مَا كُلَّفَا بِهِ، ثُمَّ عَادَا إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ.

• ثُمَّ الْمَرْكَبَةُ (أبوللو - 13)، الَّتِي حَمَلَتْ ثَلَاثَةَ رَوَادِ فَضَاءٍ بُغْيَةَ الْهُبُوطِ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ، فِي بُقْعَةٍ جَدِيدَةٍ مِنْهُ، لِالتَّقَاطِ صُورٍ وَجَمْعِ مَعْلُومَاتٍ عَنْهُ، إِلَّا أَنَّ عَطْلًا طَرَأَ عَلَى بَعْضِ أَجْهَرَةِ الْمَرْكَبَةِ، اسْتَعَصَى إِصْلَاحُهُ، مِمَّا جَعَلَ مَرَكَزَ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّ فِي الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ يَقُومُ بِقَطْعِ الرِّحْلَةِ، وَإِعَادَةِ الْمَرْكَبَةِ وَمَنْ فِيهَا إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ.

• ثُمَّ الْمَرْكَبَةُ (أبوللو - 14) الَّتِي حَمَلَتْ رَائِدَيْنِ، لِيَقُومَا بِالْهُبُوطِ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ، فِي نَفْسِ الْمَنَاطِقَةِ الَّتِي كَانَ رَوَادُ الْمَرْكَبَةِ (أبوللو - 13) سَيَهْطُونَ فِيهَا؛ وَقَدْ قَامَا بَعْدَ بُلُوغِهِمَا سَطْحِ الْقَمَرِ بِجَمْعِ عَيِّنَاتٍ مِنْ تُرْبَتِهِ وَصُخُورِهِ، كَمَا ثَبَّتَا بَعْضَ الْأَجْهَرَةِ الْعِلْمِيَّةِ هُنَاكَ، وَأَجْرَيَا تَجَارِبَ عَلَى الزَّلَازِلِ الْقَمَرِيَّةِ، وَقِيَاسِ مَدَى انْتِفَالِهَا، وَكَيْفِيَّةِ تَذْدِيبِ مَوْجَاتِهَا، وَقَامَا بِدِرَاسَةِ جَوِّ الْقَمَرِ، وَبِالتَّقَاطِ عِدَدٍ كَبِيرٍ مِنَ الصُّوَرِ لِسَطْحِهِ، ثُمَّ عَادَا مَعَ مَرْكَبَتَيْهِمَا وَمَا يَحْمِلَانِهِ مَعَهُمَا إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ.

• وَفِي شَهْرِ تَمُوزَ مِنْ عَامِ 1971م، أُطْلِقَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْمَرْكَبَةَ الْفَضَائِيَّةَ (أبوللو - 15) نَحْوَ الْقَمَرِ؛ وَكَانَ عَلَى مَنَاقِبِهَا رَائِدَا فَضَاءٍ، وَقَمَرٌ صِنَاعِيٌّ وَسَيَّارَةٌ ذَاتُ (4) عَجَلَاتٍ. وَعِنْدَمَا اقْتَرَبَتِ الْمَرْكَبَةُ مِنَ الْقَمَرِ، أُطْلِقَ رَائِدُ الْفَضَاءِ مِنْهَا الْقَمَرِ الصَّنَاعِيَّ، الَّذِي اتَّخَذَ لَهُ مَدَارًا حَوْلَ الْقَمَرِ، وَبَدَأَ يَبْثُ صُورًا وَمَعْلُومَاتٍ عَنْ سَطْحِهِ وَجَوِّهِ بِاتِّجَاهِ مَرَكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّ.





## استكشاف كواكب المنظومة الشمسية

حين كانت الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي تقومان بتنفيذ البرامج الفضائية المعدة للتزول على سطح القمر بمركبات مأهولة أو غير مأهولة، كانتا تقومان بإرسال سواير باتجاه كواكب المنظومة الشمسية للحصول على معلومات تتعلق بطبيعة كل منها والخصائص المميزة لها.

## استكشاف المذنبات

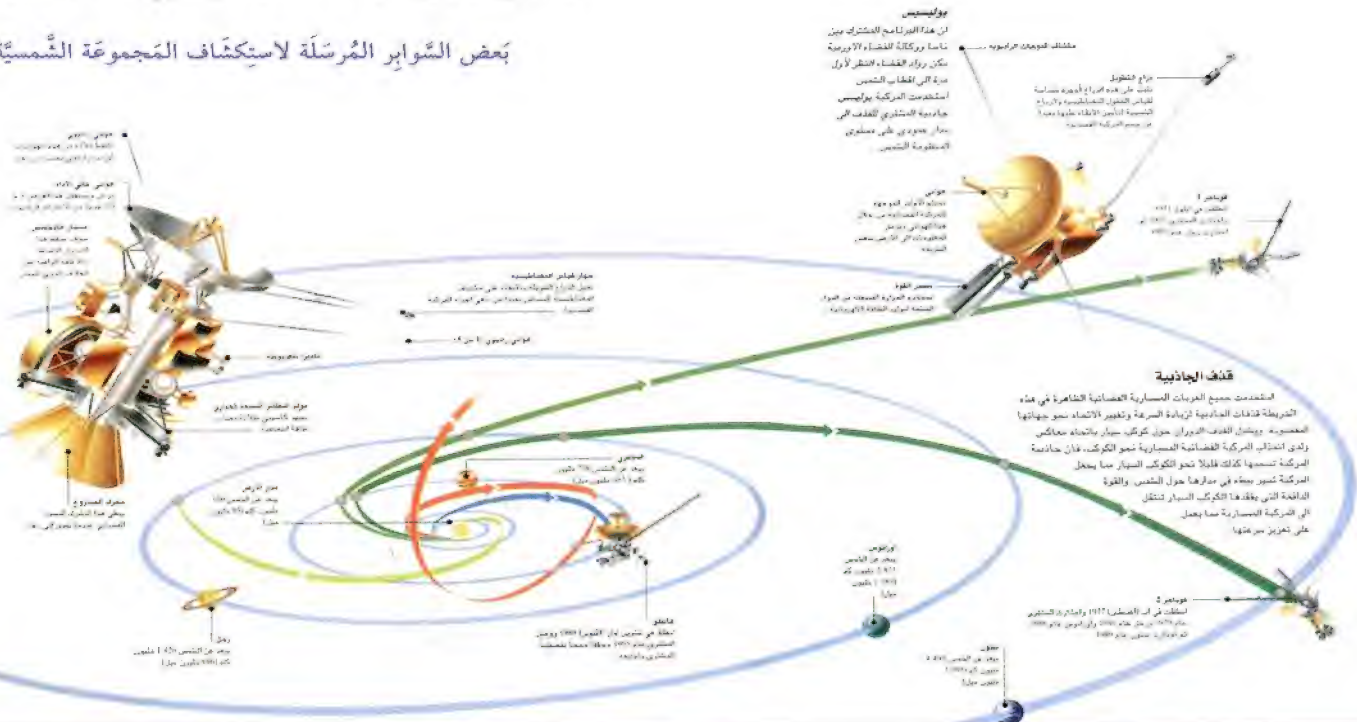
في شهر أيلول من عام 1985م، اقترَب المذنب (جياكوبيني - زينر) من الكرة الأرضية، أثناء زيارته التي يقوم بها للأرض مرة كل (6) سنوات و(87) يوماً، وهي الفترة التي تستغرقها دورته حول الشمس.

وقد أطلقت الولايات المتحدة يومها (ASEE3) لاختراق ذلك المذنب ودراسة تركيبه. وقد توغل القمر الصناعي في ذيل المذنب حتى بلغ عباءته، وظل يقترب من النواة التي تحيط به تلك العبءة، حتى لم يبقَ بينه وبينها أكثر من (8) آلاف كيلومتر؛ وعندها عاد إلى مداره المرسوم له قبلاً، بعد أن قام بدراسة وتحليل تركيب ذيل ذلك المذنب وعباءته ونواته، وبث المعلومات التي حصل عليها باتجاه

حول جو القمر وسطحه والزلازل التي تحدث فيه، كما نصبنا عدداً من الأجهزة العلمية عليه، واستخدمنا السيارة التي كان قد تركها فوق القمر رائداً المركبة (أبوللو - 15)، حيث تجولا فيها، وجمعا بوساطتها عينات أخرى من الصخور والتربة من مناطق متعددة، أضافوها إلى ما كانوا قد جمعوها منها من قبل؛ ثم عادا بمركبتهما إلى الأرض.

وقد أعلنت الولايات المتحدة، بعد ذلك، اختتام برنامجها المتضمن إرسال رواد فضاء إلى القمر؛ إذ حققت ما كانت تبغيه من وراء ذلك. كما أعلن الاتحاد السوفيتي، من جهته أيضاً، إنهاء برنامجيه المتضمن إرسال مركبات غير مأهولة إلى القمر، بعد أن حصل على ما يريد معرفته عنه. وبذلك طويت صفحة الكشف عن القمر، لتبدأ صفحة جديدة تناولت الكشف عن كواكب المنظومة الشمسية التي كانت الدولتان قد أرسلتا، من قبل، العديد من الأقمار باتجاه بعضها؛ إنما بدآنا الآن، وبعد فروعهما من أمر القمر، نشاطاً مكثفاً في هذا الاتجاه الجديد.

بعض السواير المرسلة لاستكشاف المجموعة الشمسية





قُرْبَ رَأْسِهِ بِسُرْعَةٍ (4. 68) كِيلُومِترًا فِي الثَّانِيَةِ، وَاقْتَرَبَتْ مِنْ نَوَاةِ ذَلِكَ الرَّأْسِ، حَتَّى لَمْ يَعدُ بَيْنَهَا وَبَيْنَهُ إِلَّا (500) كَم. وَكَانَتْ الْمُرْكَبَةُ جَيوتو تَبْتُ الْمَعْلُومَاتِ الَّتِي كَانَتْ تَتَوَصَّلُ إِلَيْهَا عَنِ الْمَذْنَبِ بِاتِّجَاهِ مَرْكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّيَّ أَوَّلًا بِأَوَّلٍ. إِلَّا أَنَّهَا تَوَقَّفَتْ فَجْأَةً عَنِ الْبَتِّ، قُبَيْلَ مُغَادَرَتِهَا ذَلِكَ الْمَذْنَبِ؛ وَسَادَ الْإِعْتِقَادُ بِأَنَّ الْحَرَارَةَ الشَّدِيدَةَ الَّتِي نَتَجَتْ عَنِ اخْتِكَاكِ الْمُرْكَبَةِ بِجِسْمِ الْمَذْنَبِ، قَدْ فَاقَتْ طَاقَةَ تَحْمِلِهَا لِتِلْكَ الْحَرَارَةِ، فَاخْتَرَقَتْ؛ إِلَّا أَنَّهُ بَعْدَ فِتْرَةٍ وَجِيزَةٍ مِنْ ابْتِعَادِهَا عَنِ الْمَذْنَبِ، وَبَعْدَ أَنْ تَبَرَّدَتْ أَجْهَازُهَا، عَادَتْ لِبَتِّ الْمَعْلُومَاتِ مِنْ جَدِيدٍ.

وَقَدْ كَشَفَتْ دِرَاسَةُ تِلْكَ الْمُرْكَبَاتِ لِمَذْنَبِ هَالِي، الَّذِي يُعْتَبَرُ نَمُودَجًا لغيرِهِ مِنَ الْمَذْنَبَاتِ، عَنِ الْأُمُورِ التَّالِيَةِ:

(1) إِنَّ الْجُسَيْمَاتِ الَّتِي يَتَأَلَّفُ مِنْهَا الْمَذْنَبُ يَتَرَاوَحُ طُولُ قُطْرٍ كُلٍّ مِنْهَا بَيْنَ (1/500.000) مِنَ الْمِيلِمِترِ وَ(6) مِيلِمِترَاتٍ.

(2) إِنَّ النُّوَاةَ الْمَوْجُودَةَ فِي رَأْسِ الْمَذْنَبِ لَيْسَتْ عَلَى شَكْلِ كُرَةٍ مُنْتَظِمَةٍ، كَمَا كَانَ الْإِعْتِقَادُ سَائِدًا، وَإِنَّمَا تُشَبِّهُ حَبَّةَ الْفُولِ السُّودَانِيِّ الْمُنتَفِخَةِ عِنْدَ وَسَطِهَا. وَأَنَّ طُولَ قُطْرِهَا الْكَبِيرِ (15) كِيلُومِترًا، أَمَّا طُولُ قُطْرِهَا الصَّغِيرِ (8) كِيلُومِترًا، بَيْنَمَا يَصِلُ فِي مِثْلِهِ الْوَسْطَى الْمُنتَفِخَةِ إِلَى (10) كِيلُومِترَاتٍ.

(3) إِنَّ سَطْحَ نَوَاةِ رَأْسِ الْمَذْنَبِ، الْمُؤَلَّفِ مِنْ طَبَقَةٍ صُلْبَةٍ مُتَرَاصَّةٍ مِنَ الْغُبَارِ الْكُونِيَّ، هُوَ أَسْوَدُ اللَّوْنِ وَخَشِنُ الْمَلَمَسِ، يُشَبِّهُ فِي مَظْهَرِهِ الْمُخْمَلِ الْأَسْوَدَ، الْقَطِيفَةَ السُّودَاءَ، وَهُوَ مَلِيءٌ بِالْحُفْرِ وَالشُّقُوقِ الصَّغِيرَةِ النَّاتِجَةِ عَنِ اصْطِدَامِ النِّيَّازِكِ الصَّغِيرَةِ بِهِ.

(4) إِنَّ الْمَذْنَبَ يَتَرَكَّبُ مِنْ غَازِي الْأُوكْسِجِينِ وَالْهَيْدُرُوجِينِ فِي الدَّرَجَةِ الْأُولَى، وَمِنْ ثَانِي غَازِ الْفُحْمِ وَأَوَّلِ أُوكْسِيدِ الْفُحْمِ، وَمِنْ غَازَاتِ الْأَمُونِيَاكِ وَالْمِيتَانِ وَالْأَزُوتِ وَالسِّيَانُوجِينِ، وَمِنْ



الشَّابِرُ الْأُرُوبِي (جَيُوتُو)

### مَرْكَزُ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّ:

وَقَدْ جَاءَتْ نَتَائِجُ دِرَاسَتِهِ مُطَابِقَةً لِمَا كَانَتْ قَدْ تَوَصَّلَتْ إِلَيْهِ الدَّرَاسَاتُ السَّابِقَةُ لِلْمَذْنَبَاتِ، وَالَّتِي تَمَّتْ عَنْ طَرِيقِ الرِّصْدِ بِالْمَرَاقِبِ، وَتَحْلِيلِ طَيْفِ الْأَشِعَّةِ الصَّادِرَةِ عَنْهَا. إِذْ تَبَيَّنَ أَنَّهَا مُؤَلَّفَةٌ مِنْ حُبَبَاتٍ وَدَقَائِقَ مِنَ الْغُبَارِ الْكُونِيَّ الْمُخْتَوِي عَلَى جُزَيْنَاتٍ مِنَ السِّلِيكُونِ وَالْمَغْنِيزِيُومِ وَالْأَلُمِينِيُومِ وَالْإِيرِيدِيُومِ وَالْحَدِيدِ وَالْفُحْمِ وَبَعْضِ أَكْسِيدِهِ وَكِبْرَيْتَاتِهِ، وَمِنْ غَازَاتٍ مُتَجَمِّدَةٍ أَهْمُهَا: ثَانِي غَازِ الْفُحْمِ وَالْأَمُونِيَاكِ وَالْهَيْدُرُوجِينِ وَالْمِيتَانِ وَالْأَزُوتِ وَالسِّيَانُوجِينِ بِالإِضَافَةِ إِلَى بُخَارِ الْمَاءِ الْمُتَجَمِّدِ عَلَى شَكْلِ بِلُورَاتٍ جَلِيدَةٍ تُغْلَفُ جُزَيْنَاتِ الْغُبَارِ الْكُونِيَّ وَذَرَاتِ الْغَازَاتِ الْمُتَجَمِّدَةِ.

وَقَبْلَ أَنْ يَقْتَرِبَ مُذْنَبُ هَالِي مِنَ الْأَرْضِ فِي عَامِ 1986م، أَصْدَرَ مَرْكَزُ الْمُرَاقَبَةِ فِي الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيَّيَّ أَمْرَهُ إِلَى الْمُخْتَبِرَيْنِ الْفَضَائِيِّيْنِ اللَّذَيْنِ كَانَ قَدْ أَرْسَلَهُمَا إِلَى كَوْكَبِ الزُّهْرَةِ، وَهُمَا (فِيغَا - 1) وَ(فِيغَا - 2)، بِتَرْكِ مَدَارِيهِمَا حَوْلَ ذَلِكَ الْكَوْكَبِ، وَالِاتِّجَاهِ لِمُلَاقَاةِ مُذْنَبِ هَالِي. وَقَدْ لَاقَى الْمُخْتَبِرَانِ (فِيغَا - 1) وَ(فِيغَا - 2) الْمَذْنَبَ يَوْمَ 6 آدَارَ 1986م، وَاخْتَرَقَا ذَيْلَهُ وَعَبَاءَتَهُ، وَاقْتَرَبَا مِنْ نَوَاتِهِ، وَبَثَّا صُورًا كَثِيرَةً عَنْهُ قَبْلَ اخْتِرَاقِهِ، وَمَعْلُومَاتٍ وَافِيَةٍ عَنْهُ، بَعْدَ ذَلِكَ، بِاتِّجَاهِ مَرْكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّ.

وَفِي يَوْمِ 2 تَمُوزَ عَامِ 1985م، أُطْلِقَتْ وَكَالَةُ الْفَضَاءِ الْأُورُوبِيَّةُ إيسا (esa)، وَمَقَرُّهَا فِي مَدِينَةِ نوردفيك فِي هُولَنْدَا، مَرْكَبَةُ فَضَائِيَّةٌ، بِاسْمِ الْفَنَّانِ الْإِيطَالِيِّ جَيُوتُو، مِنْ قَاعِدَةِ كُورُو فِي دَوْلَةِ غُويَانَا الْفَرَنْسِيَّةِ، عَلَى السَّاحِلِ الشَّمَالِيِّ لِأَمِيرِيكََا الْجَنُوبِيَّةِ، لِمُلَاقَاةِ مُذْنَبِ هَالِي. وَلَمَّا اقْتَرَبَتْ مِنْهُ، أَخَذَتْ تَبْتُ صُورًا عَنْهُ. وَفِي يَوْمِ 13 آدَارَ 1986م، اخْتَرَقَتْ ذَيْلَهُ



بَعْضُهَا عَلَى شَكْلِ كُرَّةٍ مُنْتَظِمَةٍ، أَوْ كُرَّةٍ مُضَلَّعَةٍ، أَوْ عَلَى شَكْلِ مُتَوَازِيِ الْمُسْتَطِيلَاتِ، أَوْ أُسْطُوَانِيِ الشَّكْلِ، إِلَى غَيْرِ ذَلِكَ مِنَ الْأَشْكَالِ الْمُتَعَدِّدَةِ.

يَتَأَلَّفُ النَّمُودُجُ الْأَسَاسِيُّ لِلْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ مِنْ هَيْكَلٍ يَبْلُغُ طُولَ قُطْرِهِ وَسَطِيًّا حَوَالِي (50) سَم، وَهُوَ مَصْنُوعٌ مِنْ مَعْدِنِ الْمَغْنِيسِيُومِ بِسُمْكٍ لَا يَزِيدُ عَلَى (1.2/100) مِنَ السَّنْتِمِترِ تَقْرِيبًا، أَيْ (12) مِكْرُونًا، وَسَطْحُهُ الْخَارِجِيُّ مَطْلِيٌّ بِطَبَقَةٍ ذَهَبِيَّةٍ مُغْلَفَةٍ بِغِلَافٍ مِنَ الْأَلُمِنيُومِ اللَّمَّاعِ، وَيَضُمُّ أَجْهَزَةً عَلَى غَايَةِ مِنَ الصَّغَرِ وَالتَّعْقِيدِ.

وَتَخْتَلِفُ طَبِيعَةُ الْأَجْهَزَةِ فِي الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ بِاخْتِلَافِ الْمَهْمَةِ الْمَصْنُوعَةِ مِنْ أَجْلِهَا. وَلِبَعْضِهَا 4 هَوَاتِيَّاتٌ أَوْ أَكْثَرُ، تَمْتَدُّ مِنْهُ بِطُولِ (60) سَم، تَكُونُ مَطْوِيَّةً عِنْدَ وَضْعِ الْقَمَرِ فِي مَدَارِهِ، ثُمَّ تَنْفُتِحُ بَعْدَ ذَلِكَ تَلْقَائِيًّا.

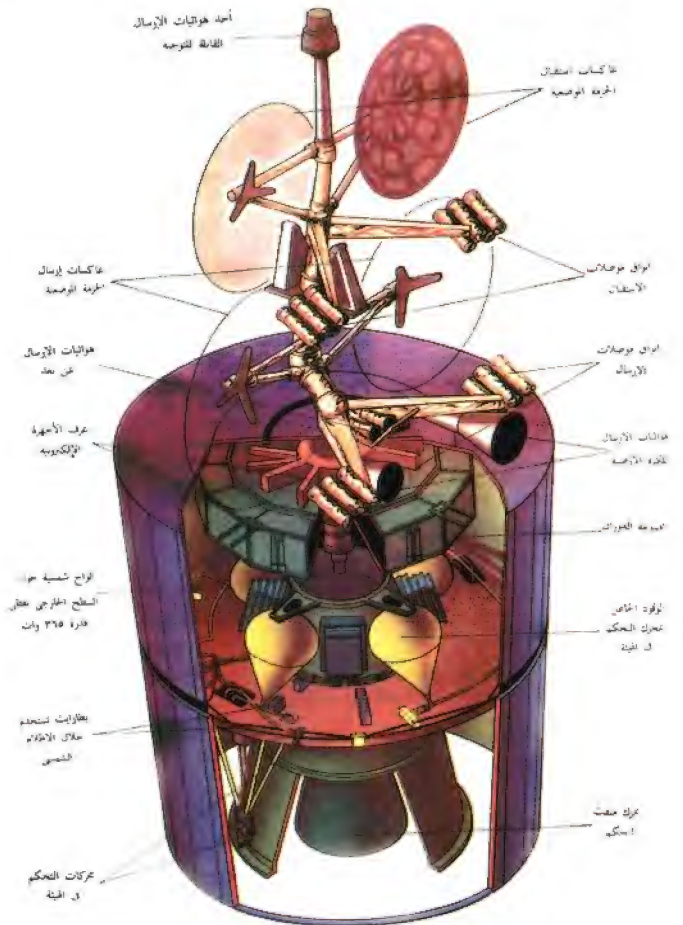
وَكَانَ وَزْنُ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ الَّتِي أُطْلِقَتْ إِلَى الْفَضَاءِ فِي الْبِدَايَةِ، لَا يَزِيدُ عَلَى (10) كِغ، وَكَانَ جِهَازُ الْبَثِّ فِيهَا لَا يَزِيدُ وَزْنَهُ عَلَى (370) غَرَامًا، وَيُمْكِنُهُ إِصْصَالُ بَثِّهِ إِلَى مَسَافَةِ (6500) كِمْ، وَهُوَ مُتَّصِلٌ بِحَاسِبٍ إلكترونيٍّ، وَيُسَجَّلُ لِلْمَعْلُومَاتِ، وَلَا يَقُومُ ذَلِكَ الْحَاسِبُ بِبَثِّ الْمَعْلُومَاتِ إِلَّا نَحْوَ الْجِهَةِ الْمُسْتَقْبَلَةِ الْمُحَدَّدَةِ لَهُ، وَفِي الْأَوْقَاتِ الَّتِي يُطْلَبُ إِلَيْهِ فِعْلُ ذَلِكَ؛ وَتُبْتُ الْمَعْلُومَاتُ عَلَى شَكْلِ ذَبْذَبَاتٍ كَهَرَطِيسِيَّةٍ تُسَجَّلُ عَلَى أَسْرَطَةٍ فِي مَرَكِزِ الْإِسْتِقْبَالِ الْأَرْضِيِّ، مُؤَلَّفَةٌ رُغْمًا تُعْرَضُ عَلَى شَاشَةِ التَّلْفَازِ، حَيْثُ يُحَوَّلُهَا الْحَاسِبُ الْإِلِكْتُرُونِي فِي ذَلِكَ الْمَرَكِزِ إِلَى مَعْلُومَاتٍ، لَا يُمَكِّنُ لغيرِهِ مِنْ مَرَاكِزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّةِ الْأُخْرَى أَنْ يَحُلَّ تِلْكَ الرُّمُوزَ، فِيمَا لَوْ اسْتَطَاعَ تَسْجِيلُهَا.

وَفِي الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ الْمُخَصَّصَةِ لِرُصْدِ حَرَارَةِ الْجَوِّ فِي الْمَنَاطِقِ الَّتِي تَتَجَاوَزُ فِيهَا الْحَرَارَةُ مِائَاتِ الدَّرَجَاتِ فَوْقَ الصُّفْرِ، أَوْ تَحْتَهُ، وَحَيْثُ لَا يُمَكِّنُ لِمَوَازِينِ الْحَرَارَةِ الْمَعْرُوفَةِ

بُخَارِ الْمَاءِ الْمُتَجَمِّدِ عَلَى شَكْلِ بِلُورَاتٍ ثَلْجِيَّةٍ، وَمِنْ جُزْئِيَّاتِ مِنَ الْغُبَارِ الْكَوْنِيِّ الْمُؤَلَّفَةِ مِنْ جُمْلَةٍ مِنَ الْمَعَادِنِ وَفِي طَلِيعَتِهَا: السَّيْلِيكُونُ وَالْمَغْنِيزِيُومُ وَالْأَلُمِنيُومُ وَالْإِيرِيدِيُومُ وَالْحَدِيدُ ثُمَّ مِنَ الْفُحْمِ وَبَعْضِ أَكْاسِيدِهِ وَكِبْرِيَتَاتِهِ.

### الأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ

قَبْلَ التَّحَدُّثِ عَنِ الْمَهْمَاتِ الَّتِي صُنِعَتْ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ Satellites مِنْ أَجْلِهَا، وَالْخِدْمَاتِ الَّتِي قَدَّمَتْهَا لِلْعِلْمِ بَعْدَ إِطْلَاقِهَا إِلَى الْفَضَاءِ، لَا بُدَّ لَنَا مِنَ التَّعَرُّفِ عَلَى نَمُودُجِ أُسَاسِيٍّ مِنْ نَمَازِجِهَا الْمُخْتَلِفَةِ، الَّتِي تُعْطَى لَهَا أَشْكَالٌ مُخْتَلِفَةٌ، حَسَبَ الْغَايَةِ الَّتِي صُمِّمَتْ مِنْ أَجْلِهَا، حَيْثُ يَكُونُ



الأقسام الرئيسية للقمر الصناعي



وَهُنَاكَ نَوْعٌ ثَالِثٌ مِنَ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ، زُوِّدَ بِجِهَازٍ يُسَجِّلُ تَزَايِدَ أَوْ خِفَةَ الضَّغْطِ الَّذِي يَخْضَعُ لَهُمَا سَطْحُ الْقَمَرِ، حَيْثُ يَزْدَادُ ضَغْطُهُ مَعَ تَزَايِدِ سُقُوطِ النَّيَّازِكِ وَالشُّهُبِ الدَّقِيقَةِ عَلَيْهِ، بَيْنَمَا يَخْفُضُ ضَغْطُهُ عِنْدَمَا يَقِلُّ سُقُوطُهَا عَلَيْهِ. وَتُسَجَّلُ تِلْكَ التَّغْيِرَاتُ فِي الضَّغْطِ، عَلَى شَكْلِ ذَبذَبَاتٍ عَلَى شَرِيطٍ مُمَغْنَطٍ، يَقُومُ الْحَاسِبُ الْإِلِكْتُرُونِي فِي الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ بِبَيِّنِهَا نَحْوَ مَرَكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّةِ، عِنْدَمَا يُطْلَبُ مِنْهُ ذَلِكَ؛ حَيْثُ يَقُومُ الْحَاسِبُ الْإِلِكْتُرُونِي فِي ذَلِكَ الْمَرَكَزِ بِتَحْوِيلِهَا إِلَى أَرْقَامٍ تُبَيِّنُ عَدَدَ وَحَجَمَ تِلْكَ النَّيَّازِكِ وَالشُّهُبِ الَّتِي تَعَرَّضَتْ لَهَا مِسَاحَةٌ مُحَدَّدَةٌ مِنْ سَطْحِ الْقَمَرِ، وَفِي زَمَنٍ مُعَيَّنٍ.

وَهَكَذَا يَتِمُّ تَزْوِيدُ كُلِّ قَمَرٍ صِنَاعِيٍّ بِجِهَازٍ أَوْ بَعْدَةِ أَجْهَزَةٍ دَقِيقَةٍ مُخَصَّصَةٍ لِدِرَاسَةِ أَمْرٍ مُحَدَّدٍ، أَوْ عِدَّةِ أُمُورٍ فِي وَقْتٍ وَاحِدٍ، قَبْلَ إِطْلَاقِهَا إِلَى مَدَارَاتِهَا الْمُحَدَّدَةِ لَهَا.

وَمُعْظَمُ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ كَانَتْ تُحْمَلُ إِلَى الْفَضَاءِ الْخَارِجِيِّ بِوَسَاطَةِ صَوَارِيخٍ لِتَضَعَهَا فِي مَدَارَاتٍ أَهْلِيلَجِيَّةٍ حَوْلَ الْأَرْضِ، عَلَى ارْتِفَاعٍ وَسَطِيٍّ قَدْرُهُ (200) كَمٍ عِنْدَمَا تَكُونُ فِي الْحَضِيضِ Perihelion، أَيْ فِي أَقْرَبِ نَقْطَةِ لَهَا إِلَى الْأَرْضِ، وَ(580) كَمٍ عِنْدَمَا تَكُونُ فِي الْأَوْجِ Aphelion، أَيْ فِي أَبْعَدِ نَقْطَةِ لَهَا عَنِ الْأَرْضِ.

وَتَبْلُغُ سُرْعَةُ دَوْرَانِ تِلْكَ الْأَقْمَارِ حَوْلَ الْأَرْضِ وَسَطِيًّا (29) أَلْفَ كِيلُومِترٍ فِي السَّاعَةِ؛ وَمِثْلُ هَذِهِ السَّرْعَةِ تَمْنَعُهَا مِنَ التَّأَثُّرِ بِالْجَاذِبِيَّةِ الْأَرْضِيَّةِ، فَلَا تَسْقُطُ عَلَى الْأَرْضِ إِلَّا عِنْدَمَا تَخْفُضُ سُرْعَتَهَا، وَعِنْدَهَا تَأْخُذُ بِالِاقْتِرَابِ شَيْئًا فَشَيْئًا مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ، حَتَّى إِذَا مَا بَلَغَتِ الطَّبَقَاتِ الْغَازِيَّةَ الْكثِيفَةَ مِنْ جَوِّ الْأَرْضِ، أَدَّى اخْتِكَاكُهَا بِهَا إِلَى اخْتِرَاقِهَا وَتَحْوِيلِهَا إِلَى مَا يُشَبِّهُ شِهَابًا ذَا حَجَمٍ كَبِيرٍ وَنُورٍ سَاطِعٍ.

وَقَدْ وُجِدَ أَنَّ وَضْعَ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ فِي مَدَارٍ دَائِرِيٍّ حَوْلَ الْأَرْضِ، يَسْمَحُ لَهَا بِتَقْدِيمِ أَفْضَلِ الدَّرَاسَاتِ الْمَطْلُوبَةِ

أَنْ تَعْمَلَ؛ فَإِنَّ مِثْلَ تِلْكَ الْأَقْمَارِ تُزَوِّدُ بِمِيزَانٍ حَرَارَةِ كَهْرَبَائِيٍّ خَاصٍّ يَدْعَى (ثيرمستور) Thermostore، وَهُوَ عِبَارَةٌ عَنْ قُرْصٍ مَعْدِنِيٍّ رَقِيقٍ مُرْتَبِطٍ بِسَطْحِ الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ، وَمُتَّصِلٍ مَعَ مُسَجِّلِ الْحَرَارَةِ بِوَسَاطَةِ أَسْلَاكِ، تَنْقُلُ إِلَى الشَّرِيطِ الْمُمَغْنَطِ فِيهِ شِدَّةَ التِّيَّارِ الْكَهْرَبَائِيِّ السَّائِدِ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ، وَالَّذِي تَتَغَيَّرُ شِدَّتُهُ مَعَ تَغْيِيرِ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ ارْتِفَاعًا أَوْ هُبُوطًا. وَيَتَوَلَّى عِنْدَهَا الْحَاسِبُ الْإِلِكْتُرُونِي لِلْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ بَثَّ تَغْيِرَاتِ شِدَّةِ التِّيَّارِ الْكَهْرَبَائِيِّ إِلَى مَرَكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّةِ، لِيَتِمَّ تَحْوِيلُهَا إِلَى مَا يُعَادِلُهَا مِنْ دَرَجَاتٍ مَثْوِيَّةٍ أَوْ فَهْرَنْهَاتِيَّةٍ.

أَمَّا الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ الَّتِي خُصِّصَتْ لِدِرَاسَةِ مِقْدَارِ الشُّهُبِ وَالنَّيَّازِكِ الدَّقِيقَةِ الَّتِي تَنْقُضُ بِاتِّجَاهِ الْأَرْضِ، فَقَدْ زُوِّدَتْ بِقَضِيبٍ مَعْدِنِيٍّ مُكْهَرَبٍ، مُمْتَدٍّ مِنْ بَاطِنِ الْقَمَرِ إِلَى خَارِجِهِ عَلَى شَكْلِ هَوَائِيٍّ، وَهُوَ مُتَّصِلٌ مَعَ آلَةٍ تُسَجِّلُ تَغْيِيرَ شِدَّةِ التِّيَّارِ الْكَهْرَبَائِيِّ فِيهِ، إِذْ يُؤَدِّي اضْطِدَامُ النَّيَّازِكِ وَالشُّهُبِ الدَّقِيقَةِ بِهِ إِلَى تَأْكُلِ قِسْمٍ مِنْهُ؛ وَمَعَ نَقْصِ طُولِ ذَلِكَ الْقَضِيبِ الْمَعْدِنِيِّ وَتُخْنِهِ، تَتَغَيَّرُ شِدَّةُ التِّيَّارِ فِيهِ. وَيَقُومُ الْحَاسِبُ الْإِلِكْتُرُونِي بِنَقْلِ تِلْكَ التَّغْيِرَاتِ الْمُسَجَّلَةِ عَلَى الشَّرِيطِ الْمُمَغْنَطِ فِي الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ إِلَى مَرَكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّةِ عِنْدَمَا يُطْلَبُ مِنْهُ ذَلِكَ، وَيَقُومُ الْحَاسِبُ الْإِلِكْتُرُونِي بِإِحْصَاءِ مِقْدَارِ النَّيَّازِكِ وَالشُّهُبِ الدَّقِيقَةِ الَّتِي أَصَابَتْ ذَلِكَ الْقَضِيبَ، فِي مُدَّةٍ مُحَدَّدَةٍ وَمِسَاحَةٍ مُعَيَّنَةٍ، عَنْ طَرِيقِ تَحْوِيلِ تِلْكَ الذَّبذَبَاتِ إِلَى أَرْقَامٍ.

وَهُنَاكَ أَقْمَارٌ صِنَاعِيَّةٌ زُوِّدَتْ بِمُسَجِّلٍ لِلصَّوْتِ يَتَّصِلُ بِمُضَخِّمْ لَهُ؛ وَعَنْ طَرِيقِ تَسْجِيلِ أَصْوَاتِ اضْطِدَامِ النَّيَّازِكِ وَالشُّهُبِ الدَّقِيقَةِ بِسَطْحِ تِلْكَ الْأَقْمَارِ، وَنَقْلِهَا عَنْ طَرِيقِ الْبَثِّ إِلَى مَرَكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّةِ، وَقِيَامِ الْحَاسِبِ الْإِلِكْتُرُونِيِّ بِتَحْلِيلِهَا، يُمَكِّنُ مَعْرِفَةَ مِقْدَارِ النَّيَّازِكِ وَالشُّهُبِ الدَّقِيقَةِ الَّتِي تَتَهَاوَى نَحْوَ سَطْحِ الْأَرْضِ فِي زَمَنٍ مُعَيَّنٍ وَعَلَى مِسَاحَةٍ مُحَدَّدَةٍ، مَعَ بَيَانٍ بِاخْتِلَافِ حُجُومِهَا.



## أَقْمَارُ صِنَاعِيَّةٌ لاسْتِكْشَافِ الْفَضَاءِ الْكُونِيَّ وَالْغِلَافِ الْغَازِيَّ الْأَرْضِيَّ

لَقَدْ أَدَّتِ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ خِدْمَاتٍ جُلَى فِي مَجَالِ اسْتِكْشَافِ مَا فِي الْفَضَاءِ الْكُونِيَّ مِنْ ظَاهِرَاتٍ طَبِيعِيَّةٍ، وَمَا فِي الْغِلَافِ الْغَازِيَّ الْأَرْضِيَّ مِنْ طَبَقَاتٍ، وَطَبِيعَةٍ كُلِّ مِنْهَا. وَفِي مُقَدِّمَةِ الظَّاهِرَاتِ الْكُونِيَّةِ الَّتِي قَامَتْ بِدِرَاسَتِهَا: الْأَشِعَّةُ الْكُونِيَّةُ، وَالشُّحُنَاتُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ، وَالْحَقُولُ الْمَغْنَطِيسِيَّةُ الْمَعْرُوفَةُ بِاسْمِ الْأَحْزِمَةِ الْمَغْنَطِيسِيَّةِ **Magnetic belts**، وَطَبِيعَةُ الْغُبَارِ الْكُونِيَّ، وَالشُّهُبُ وَالنِّبَارُكُ، وَبِخَاصَّةِ الْأَنْوَاعِ الدَّقِيقَةِ مِنْهَا، مَعَ مَدَى تَأْثِيرِهَا فِي الْأَجْرَامِ الْفَضَائِيَّةِ، الطَّبِيعِيَّةِ وَالصَّنَاعِيَّةِ. وَبِتَبَتُّجَةِ الدَّرَاسَاتِ الَّتِي جَاءَتْ بِهَا الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ، أَمَكَّنَ التَّعَرُّفُ إِلَى الرِّيحِ الشَّمْسِيَّةِ **Solar winds**، وَأَنَّهَا عِبَارَةٌ عَنْ جُزَيْئَاتٍ مُشِعَّةٍ قَاتِلَةٍ، تَقْدِفُ بِهَا الشَّمْسُ بِاتِّجَاهِ الْفَضَاءِ الْكُونِيَّ الْمُحِيطِ بِهَا، وَبِاتِّجَاهِ الْكَوَاكِبِ الَّتِي تَدُورُ فِي فَلَكِهَا، وَمِنْهَا الْأَرْضُ؛ حَيْثُ تَصِلُهَا تِلْكَ الرِّيحُ عَلَى شَكْلِ دَفَقَاتٍ مُتَوَالِيَةٍ، تَزْدَادُ شِدَّتُهَا وَكَثَافَتُهَا مَعَ زِدَادِ النَّشَاطِ الشَّمْسِيِّ النَّاتِجِ عَنِ الْانْفِجَارَاتِ الَّتِي تَبْلُغُ أَوْجَهَا فِي الشَّمْسِ فِي نِهَائَةِ دَوْرَةٍ قَدْرُهَا (11) عَامًا، حَيْثُ تَزْدَادُ مَنَاطِقُ التَّاجُجِ عَلَى سَطْحِهَا، وَمِنْ تِلْكَ الْمَنَاطِقِ تَنْدَفِعُ الرِّيحُ الشَّمْسِيَّةُ.

وَقَدْ بَيَّنَّ أَنَّ الْمَجَالَ الْمَغْنَطِيسِيَّ **Magnetic field**، الْمُحِيطَ بِالْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ عَلَى ارْتِفَاعَاتٍ عَالِيَةٍ، يَقُومُ بِاِحْتِجَازِ تِلْكَ الرِّيحِ؛ فَتَنْسَابُ فَوْقَهُ، مُشَكِّلَةً طَبَقَةً سَمِيكَةً، تَكُونُ قَاعِدَتُهَا عَلَى ارْتِفَاعِ (10) آلَافِ كِيلُومِترٍ عَنِ سَطْحِ الْأَرْضِ، بَيْنَمَا يَكُونُ سَطْحُهَا عَلَى ارْتِفَاعِ (80) آلَافِ كِيلُومِترٍ عَنِ سَطْحِ الْأَرْضِ.

وَقَدْ لَاحَظَ الْعَالِمُ (فَان آلَن) عِنْدَ بَدَايَةِ دِرَاسَتِهِ لِهَذِهِ الرِّيحِ، أَنَّهَا عَلَى شَكْلِ حِرَامَيْنِ، دُعِيََا تَكْرِيْمًا لَهُ بِاسْمِ حِرَامَيْ فَان آلَن **Van Allen belts**. إِلَّا أَنَّ الدَّرَاسَاتِ الْمُتَتَابِعَةَ

مِنْهَا. وَلَكِنِّي يَتِمُّ تَحْقِيقُ ذَلِكَ، لَا بُدَّ مِنْ تَحْقِيقِ أَمْرَيْنِ:  
• الْأَوَّلُ: أَنَّ تَكُونُ سُرْعَتُهَا فِي مَدَارِهَا لَا تَقِلُّ عَنْ (29) آلَافِ كِيلُومِترٍ فِي السَّاعَةِ.

• وَالثَّانِي: أَنَّ تَوْضِعَ عَلَى ارْتِفَاعٍ يَزِيدُ عَلَى (500) كَم. وَلِهَذَا قَامَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّيُّ بِوَضْعِ أَقْمَارِهِ الصَّنَاعِيَّةِ عَلَى ارْتِفَاعَاتٍ يَبْدَأُ أَذْنَاهَا بِعُلُوِّ قَدْرِهِ (800) كَمَ عَنِ سَطْحِ الْأَرْضِ؛ بَيْنَمَا تَدْفَعُ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ أَقْمَارَهَا إِلَى ارْتِفَاعَاتٍ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ (1000 - 4000) كَمَ عَنِ سَطْحِ الْأَرْضِ.

عِلْمًا بِأَنَّ زِيَادَةَ ارْتِفَاعِ مَدَارِ الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ عَنِ سَطْحِ الْأَرْضِ، يَسْمَحُ لَهُ بِالِاسْتِمْرَارِ فِي دَوْرَانِهِ، وَأَدَاءِ مَهْمَتِهِ، زَمَنًا قَدْ يَصِلُ إِلَى عَشْرَاتِ السِّنِينَ، كَمَا يَسْمَحُ بِالتَّقَاطُ صُورٍ لِسَطْحِ الْأَرْضِ، وَبِوُضُوحٍ جَيِّدٍ، تَغْطِي الصُّورَةُ الْوَاحِدَةُ مِنْهَا مَا مِسَاحَتُهُ (1.3 - 10) مِلْيَيْنِ كِيلُومِترٍ مُرَبَّعٍ. وَزِيَادَةُ فِي تَوْضِيحِ تِلْكَ الصُّورِ الَّتِي تَشْتَمِلُ عَلَى مِثْلِ تِلْكَ الْمِسَاحَاتِ الْوَاسِعَةِ، زُوِّدَتْ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ بِآلَةٍ تَصْوِيرٍ ثَانِيَةٍ، تَقُومُ عَدَسَتُهَا بِتَصْوِيرِ مِسَاحَاتٍ صَغِيرَةٍ، وَلَكِنَّهَا تَغْطِي صُورًا لِنَتْلِكَ الْمِسَاحَاتِ عَلَى غَايَةٍ مِنَ الدَّقَّةِ وَالْوُضُوحِ مَعَ إِبْرَازٍ لِكَاثَةِ التَّفَاصِيلِ.



الْبَعْثَةُ الشَّمْسِيَّةُ الْكُبْرَى أُطْلِقَتْ فِي عَامِ 1980م، وَكَانَتْ قَمَرًا صِنَاعِيًا صُمِّمَ كَيْ يُوَفِّرَ لِلْعُلَمَاءِ مُرَاقِبَةً الشَّوْاطِطِ الشَّمْسِيَّةِ، أَيْ الْانْفِجَارَاتِ الْعَنِيقَةِ عَلَى سَطْحِ الشَّمْسِ.



يَتَجَلَّى فِي لَيْلِ الْمَنَاطِقِ الْقُطْبِيَّةِ عَلَى شَكْلِ تَوَهُّجَاتٍ ذَاتِ  
أَلْوَانٍ رَائِعَةٍ، تَتَّخِذُ أحياناً شَكْلَ سَنَائِرٍ مِنَ النُّورِ، تَبْدُو كَأَنَّهَا  
تَسْدِلُ مِنَ أَعَالِي الْفَضَاءِ، ثُمَّ لَا تَلْبُثُ أَنْ تَعُودَ فَتَرْفَعُ لِتُخْتَفِيَ  
عَنِ الْأَنْظَارِ؛ كَمَا تَتَّخِذُ أحياناً شَكْلَ غُلَّالَاتٍ نُورِيَّةٍ مُتَفَرِّقَةٍ فِي  
السَّمَاءِ، ذَاتِ لَوْنٍ بَنَفْسَجِيٍّ فَاتِحٍ أَوْ أَخْضَرَ أَوْ أَرْزَقَ؛ كَمَا  
تَظْهَرُ أحياناً عَلَى شَكْلِ تَيْجَانٍ صَحْمَةٍ مُتَلَائِيَةٍ.

وَبِمَا أَنَّ تِلْكَ الْجُزَيْئَاتِ مَشْحُونَةٌ بِالْبُرُوتُونَاتِ  
وَالأوكسجين، فَإِنَّهَا عِنْدَ انْدِفَاعِهَا مَعَ مَسَارِ السَّيَالَاتِ  
الْمَغْنَطِيسِيَّةِ، الَّتِي تَتَّجِهُ فِي حَرَكَتِهَا بِاتِّجَاهِ الْقُطْبَيْنِ، تُتْلَقُ فِي  
طَرِيقِهَا ذَرَّاتٌ غَازِيَّةٌ الْأوكسجين وَالْأَزُوتَ؛ فَيَحْدُثُ عَنْ  
هَذَا التَّلَاقِ إِثَارَةٌ كَهْرَبَائِيَّةٌ، تُحْدِثُ تَأَيُّناً فِي الذَّرَّاتِ الْغَازِيَّةِ  
وَفِي الْجُزَيْئَاتِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ، يَنْشُجُ عَنْهُ تَوَهُّجٌ يُشَبِّهُ التَّوَهُّجَ الَّذِي  
نَرَاهُ فِي أَنْيَابِ الْمَصَابِيحِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ الْغَازِيَّةِ (النِّون) عِنْدَمَا  
يَمُرُّ بِهَا التَّيَّارُ الْكَهْرَبَائِيُّ. وَبِاخْتِلَافِ الْغَازِ الَّذِي تَحْدُثُ فِيهِ  
حَادِثَةُ الْإِنْفِرَاجِ الْكَهْرَبَائِيِّ، يَخْتَلِفُ لَوْنُ النُّورِ الصَّادِرِ عَنْ  
تِلْكَ الْمَصَابِيحِ.

## الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ تَكْشِفُ عَنْ شَكْلِ الْأَرْضِ

لَقَدْ أُطْلِقَ عَدَدٌ كَبِيرٌ مِنَ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ إِلَى الْفَضَاءِ  
بُغْيَةً التَّأَكُّدِ مِنْ شَكْلِ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ، وَلِمَعْرِفَةِ مَدَى دِقَّةِ  
الْمُصَوِّرَاتِ الْمِسَاحِيَّةِ الَّتِي تَشْمَلُ سَطْحَهَا، وَالْخَرَائِطِ الطَّبِيعِيَّةِ  
الْمُظْهِرَةِ لَتَضَارِيسِهَا. وَمِنْ أَهَمِّ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ الَّتِي أُطْلِقَتْ  
لِتِلْكَ الْغَايَاتِ :

• الْقَمَرُ الصَّنَاعِيُّ (سبوتنيك - 1) الَّذِي أَلْقَاهُ الْإِتِّحَادُ  
السُّوفِيَّيُّ يَوْمَ 4 تَشْرِينَ الْأَوَّلِ عَامَ 1957م.

• وَالْقَمَرُ الصَّنَاعِيُّ (فانغارد - 1) الَّذِي أَلْقَتْهُ الْوَلَايَاتُ  
الْمُتَّحِدَةُ يَوْمَ 17 آدَارَ عَامَ 1958م.

الَّتِي جَاءَتْ بِهَا الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ الْمُتَتَالِيَةُ الَّتِي وُجِّهَتْ لِدِرَاسَةِ  
الْمَجَالِ الْمَغْنَطِيسِيِّ، دَلَّتْ عَلَى أَنَّهُ مُؤَلَّفٌ مِنْ حِزَامٍ وَاحِدٍ،  
وَأَنَّ الْقِسْمَ الْمُوَاجِهَ مِنْهُ لِلشَّمْسِ، لَا يَرْتَفِعُ سَطْحُهُ عَنْ سَطْحِ  
الْأَرْضِ أَكْثَرَ مِنْ (65) أَلْفَ كِيلُومِترٍ، بَيْنَمَا يَصِلُ ارْتِفَاعُهُ عَنْ  
سَطْحِ الْأَرْضِ، فِي الطَّرَفِ الْمُقَابِلِ مِنْهَا، إِلَى (5.6) مَلَايِينَ  
كِيلُومِترٍ، مُتَّخِذاً شَكْلَ ذَيْلٍ بِالِغِ الطُّوْلِ. وَاحْتِجَازُ الْمَجَالِ  
الْمَغْنَطِيسِيِّ الْمُحِيطِ بِالْأَرْضِ لِتِلْكَ الرِّيَّاحِ الشَّمْسِيَّةِ، ضَمِنَ  
لِجَمِيعِ أَنْوَاعِ الْحَيَاةِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ حِمَايَةً كَامِلَةً مِنَ الْأَثَرِ  
الْقَاتِلِ لِتِلْكَ الرِّيَّاحِ.



التَّحْصِيَّاتُ الْمَشْدُودَةُ فِي لِبَاسِ رُؤَادِ الْفَضَاءِ لِحِمَايَتِهِمْ مِنَ الْإِشْعَاعَاتِ الشَّمْسِيَّةِ

وَلِهَذَا اتَّخَذَتْ اخْتِطَاطَاتٌ صَارِمَةٌ لِحِمَايَةِ رُؤَادِ الْفَضَاءِ،  
عَنْ طَرِيقِ الْأَلْبِسَةِ الْخَاصَّةِ الَّتِي أُعِدَّتْ لَهُمْ، مِنْ أَثَرِ تِلْكَ  
الرِّيَّاحِ، سِوَاةٍ عِنْدَ انْطِلَاقِهِمْ نَحْوَ الْفَضَاءِ الْخَارِجِيِّ بِمَرَكَبَاتِهِمْ،  
أَوْ أَثْنَاءَ السَّبَاحَاتِ الَّتِي قَامَ بِهَا بَعْضُهُمْ فِي الْجَوِّ أَوْ أَثْنَاءَ تَنْقُلِ  
بَعْضِهِمْ الْآخِرِ عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ.

كَمَا بَيَّنَّتِ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ الصَّلَةَ الْوَثِيقَةَ الْقَائِمَةَ بَيْنَ  
تِلْكَ الرِّيَّاحِ وَبَيْنَ تَشَكُّلِ الشَّفَقِ الْقُطْبِيِّ Aurora، الَّذِي



النُّقْطَةِ .

(5) إِنَّ مِنْطَقَةَ الْعُرُوضِ الْوُسْطَى فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِيَّ تَنْخَفِضُ عَنِ الْمَنَاطِقِ الْمُحِيطَةِ بِهَا مِنَ الشَّمَالِ وَالْجَنُوبِ بِمِقْدَارِ (7.5) أَمْتَارٍ .

(6) إِنَّ الْقُطْبَ الْجَنُوبِيَّ، وَالْمَنَاطِقَ الْمُحِيطَةَ بِهِ، تَنْخَفِضُ بِمِقْدَارِ (15) مِثْرًا عَمَّا حَوْلَهَا .

(7) إِنَّ أَطْرَافَ الْقَارَةِ الْقُطْبِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ تَرْتَفِعُ عَنْ بَقِيَّةِ أَرْضِي هَذِهِ الْقَارَةِ بِمِقْدَارِ (7.5) أَمْتَارٍ .

### الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ تَمْسَحُ سَطْحَ الْأَرْضِ

كَانَتْ الْأَعْمَالُ الْمِسَاحِيَّةُ الْخَاصَّةُ بِسَطْحِ الْأَرْضِ تَتِمُّ عَنْ طَرِيقِ اسْتِخْدَامِ الْأَجْهَزَةِ الْمِسَاحِيَّةِ الْمُخْتَلِفَةِ، وَفِي مُقَدِّمَتِهَا التِيودوليت وَالشَّاخِصَةُ وَسِلْسِلَةُ الْمَسَاحِ الَّتِي كَانَ يَعْتَمِدُ عَلَيْهَا الْفَرِيقُ الْمُخْتَصَّ بِإِجْرَاءِ عَمَلِيَّاتِ الْمَسْحِ، الَّتِي كَانَ يَتَطَلَّبُ إِنْجَازَهَا انْتِقَالَ ذَلِكَ الْفَرِيقِ مِنْ مَكَانٍ إِلَى آخَرَ مُشْبَاهًا عَلَى الْأَقْدَامِ . وَكَانَتْ هَذِهِ الطَّرِيقَةُ تَحْتَاجُ إِلَى وَقْتٍ طَوِيلٍ وَجُهْدٍ كَبِيرٍ، بِالإِضَافَةِ إِلَى مَا كَانَ يَقَعُ خِلَالَ ذَلِكَ مِنْ أَخْطَاءٍ كَانَتْ تَحْتَاجُ إِلَى إِعَادَةِ عَمَلِيَّاتِ الْمَسْحِ مِنْ بَدَائِثِهَا .



صورة فضائية لخليج العقبة وقناة السويس

وَمِنْ أَهَمِّ النَّتَائِجِ الَّتِي جَاءَ بِهَا هَذَا الْقَمَرُ، تَصْحِيحُ الْخَطِّ الَّذِي كَانَ سَائِدًا قَبْلَ إِطْلَاقِهِ حَوْلَ شَكْلِ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ، وَالْقَائِلُ بِأَنَّ الْأَرْضَ كُرَةٌ مُنْتَفِخَةٌ عِنْدَ خَطِّ الْإِسْتَوَاءِ، وَمُفْلَطَةٌ عِنْدَ الْقُطْبَيْنِ، وَأَنَّهَا تُشَبِّهُ بِذَلِكَ الْبُطِيخَةَ الصَّفْرَاءَ . فَقَدْ جَاءَ ذَلِكَ



الأرض كما تبدو من الفضاء

الْقَمَرُ، عَنْ طَرِيقِ الصُّورِ الَّتِي أَخَذَهَا لِلْأَرْضِ، وَعَنْ طَرِيقِ شَكْلِ الْمَدَارِ الَّذِي كَانَ يَرْسُمُهُ حَوْلَهَا، بِالنَّاتِجِ النَّالِيَةِ :

(1) إِنَّ ارْتِفَاعَ الْإِنْتِفَاحِ الْإِسْتَوَائِيِّ عَمَّا يُجَاوِرُهُ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ هُوَ فِي حُدُودِ (21) كَم .

(2) إِنَّ خَطَّ الْإِسْتَوَاءِ لَا يَنْطَبِقُ عَلَى الْخَطِّ الْمُنْصَفِ لِلْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ، وَإِنَّمَا يَقَعُ إِلَى الْجَنُوبِ قَلِيلًا مِنْ ذَلِكَ الْخَطِّ، بِدَلِيلِ وُقُوعِ ذُرْوَةِ الْإِنْتِفَاحِ الْإِسْتَوَائِيِّ هُنَاكَ، حَيْثُ يَزِيدُ ارْتِفَاعُهَا عَنْ ارْتِفَاعِ بَقِيَّةِ ذَلِكَ الْإِنْتِفَاحِ بِمِقْدَارِ (15.5) مِثْرًا .

(3) إِنَّ الْمَسَافَةَ الْقَائِمَةَ بَيْنَ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ وَبَيْنَ مَرْكَزِ الْأَرْضِ تَزِيدُ بِمِقْدَارِ (101) مِثْرٍ عَنِ الْمَسَافَةِ الْقَائِمَةِ بَيْنَ الْقُطْبِ الْجَنُوبِيِّ وَمَرْكَزِ الْأَرْضِ .

(4) إِنَّ الْمَنَاطِقَ الْمُقْبِبَةَ الْمُحِيطَةَ بِالْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ تَرْتَفِعُ عَنْهُ بِمِقْدَارِ (1.5) مِثْرًا، مِمَّا يَجْعَلُ أَطْرَافَهَا الدَّاخِلِيَّةَ تَنْحَدِرُ نَحْوَ نَقْطَةِ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ، مُسَكِّلَةً تَقَعْرًا خَفِيفًا حَوْلَ تِلْكَ



فُرْصَةً لِلتَّأَكُّدِ مِنْ دِقَّتِهَا عَنْ طَرِيقِ إِجْرَاءِ الْمُطَابَقَةِ فِيمَا بَيْنَهَا .  
يُضَافُ إِلَى ذَلِكَ قُدْرَةُ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ عَلَى مَسْحِ  
مَنَاطِقِ الْغَابَاتِ الْإِسْتَوَائِيَّةِ، وَشِبْهِ الْإِسْتَوَائِيَّةِ، الَّتِي تَحُولُ دُونَ  
تَوْعُّلِ الْإِنْسَانِ فِيهَا، وَحَتَّى دُونَ اسْتِخْدَامِ طَائِرَاتِ الْمَسْحِ فِي  
تَصْوِيرِهَا، لِاتِّسَاعِ امْتِدَادِهَا، وَسُوءِ الْأَحْوَالِ الْجَوِّيَّةِ فَوْقَهَا .  
وَكَذَلِكَ الْأَمْرُ بِالنِّسْبَةِ لِلْمَنَاطِقِ الْبَارِدَةِ الْمُسْتَنْقَعِيَّةِ، وَالْمَنَاطِقِ  
الْقُطْبِيَّةِ الْقَاسِيَةِ وَالْبَعِيدَةِ عَنِ الْمَرَكَزِ الْبَشَرِيَّةِ .

وَأَهَمُّ مِنْ هَذَا كُلِّهِ، قِيَامُ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ بِمَسْحِ  
الْمُحِيطَاتِ وَالْبَحَارِ الَّتِي ظَلَّ أَكْثَرُهَا بَعِيداً عَنْ تِلْكَ الْعَمَلِيَّةِ،  
وَمُهِمَّلاً بِسَبَبِ الْجُهْدِ الْكَبِيرِ، وَالْوَقْتِ الطَّوِيلِ، وَالْتَفَقَاتِ  
الْبَاهِظَةِ الَّتِي كَانَتْ تَقْتَضِيهَا عَمَلِيَّاتُ الْمَسْحِ، وَالَّتِي كَانَتْ تَتِمُّ  
بِوَسَاطَةِ بَوَاحِرٍ خَاصَّةٍ، تَحُولُ بَيْنَهَا وَيَبِينُ تَنْفِيذُ مَهْمَتِهَا أَحْوَالٌ  
طَبِيعِيَّةٌ وَجَوِّيَّةٌ غَيْرُ مُوَائِبَةٍ، مِثْلُ هُبُوبِ رِيَّاحٍ عَاتِيَةٍ، أَوْ نُشُوءِ  
عَوَاصِفٍ شَدِيدَةٍ، تُوَدِّي إِلَى حُدُوثِ أَمْوَاجٍ عَالِيَةٍ،  
أَوْ هُطُولِ أَمْطَارٍ غَزِيرَةٍ، أَوْ انْتِشَارِ ضَبَابٍ كَثِيفٍ .  
وَأَسْوَأُ مِنْ ذَلِكَ كُلِّهِ، تَعَرُّضُ مِثْلِ تِلْكَ الْبَوَاحِرِ  
لِلْغُرْقِ فِي غَمْرَةِ الْعَوَاصِفِ وَالْقَوَاصِفِ وَالْأَعَاصِيرِ  
الَّتِي تُوَاجِهُهَا، مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى ضَيَاعِ الْوَقْتِ الَّذِي  
يَكُونُ قَدْ بُذِلَ فِي سَبِيلِهِ الْكَثِيرُ مِنَ الْجُهْدِ وَالْمَالِ .

وَمِنْ النِّتَاجِ الْعِلْمِيَّةِ الرَّائِعَةِ الَّتِي كَشَفَتْ عَنْهَا  
الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ عِنْدَ مَسْحِهَا لِلْمُحِيطَاتِ وَالْبَحَارِ،  
وُجُودُ حَوَاجِزٍ كَانَتْهَا أَلْوَاحٌ مَائِيَّةٌ قَائِمَةٌ بَيْنَ الْمُحِيطَاتِ ذَاتِ  
الْمِيَاهِ الْبَارِدَةِ وَالْمُحِيطَاتِ ذَاتِ الْمِيَاهِ الدَّافِئَةِ ، وَكَذَلِكَ  
الْأَمْرُ بَيْنَ الْمُحِيطَاتِ الدَّافِئَةِ وَالْمُحِيطَاتِ الْحَارَّةِ، يُشْبِهُ تَمَاماً  
الْحَاجِزَ الَّذِي يَفْصِلُ بَيْنَ الْمِيَاهِ الْحَارَّةِ وَالْدَّافِئَةِ، وَالَّذِي  
يُلاحَظُ فِي الْمُسْتَوْدَعِ الْمَائِيِّ فِي الْحَمَّامِ بَيْنَ الْمَاءِ الْبَارِدِ فِي  
الْجُزْءِ السُّفْلِيِّ مِنْهُ وَالْمَاءِ الْحَارِّ الَّذِي يَغْلُوهُ، دُونَ أَنْ يَحْدُثَ  
امْتِزَاجٌ بَيْنَهُمَا بِسَبَبِ اخْتِلَافِ كَثَافَتَيْهِمَا .

ثُمَّ أَصْبَحَتْ عَمَلِيَّاتُ الْمَسْحِ أَدَقَّ وَأَسْرَعَ عِنْدَمَا  
اسْتُخْدِمَتْ طَائِرَاتٌ خَاصَّةٌ لِلْقِيَامِ بِتَصْوِيرِ الْمِنْطَقَةِ الْمُرَادِ  
مَسْحِهَا، بِوَسَاطَةِ جِهَازِي تَصْوِيرٍ مَحْمُولَيْنِ بِتِلْكَ الطَّائِرَةِ،  
يُصَوِّرَانِ ذَاتَ الْمِنْطَقَةِ مِنْ زَاوِيَتَيْنِ مُخْتَلِفَتَيْنِ، لِتَبْدُو الظَّاهِرَاتُ  
الطَّبِيعِيَّةُ وَالْبَشَرِيَّةُ مُجَسِّمَةً، ذَاتَ أَبْعَادٍ ثَلَاثَةٍ، عِنْدَمَا يُنْظَرُ  
إِلَيْهَا بِمِنْظَارٍ مُجَسِّمٍ؛ ثُمَّ يَتِمُّ تَحْوِيلُ تِلْكَ الصُّوَرِ الْمُجَسِّمَةِ  
إِلَى مُصَوِّرَاتٍ مَسَاحِيَّةٍ بِاسْتِخْدَامِ آلَةٍ بِوَاقِلِيَةٍ .

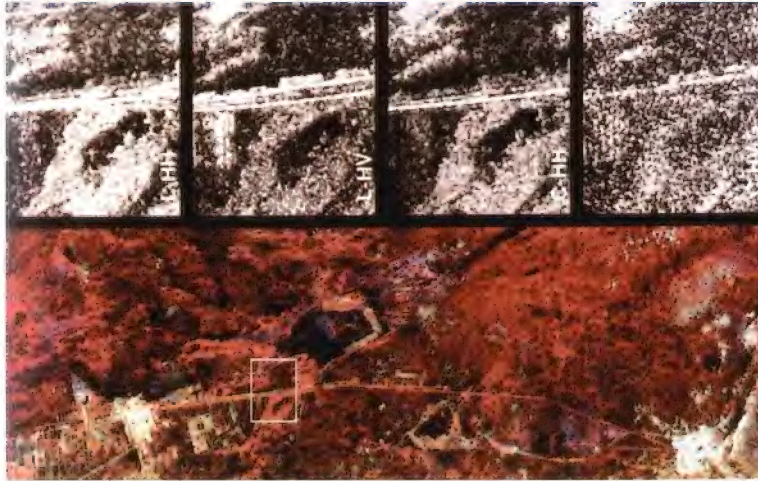
وَإِذَا كَانَتْ طَرِيقَةُ التَّصْوِيرِ هَذِهِ لِسَطْحِ الْأَرْضِ أَسْرَعَ مِنْ  
الطَّرِيقَةِ الْأُولَى لِلْمَسْحِ، إِلَّا أَنَّهَا هِيَ الْأُخْرَى تَتَطَلَّبُ جُهْداً  
كَبِيراً، وَزَمَناً طَوِيلاً، لَأَنَّ التَّصْوِيرَ الْجَوِّيَّ لَا يَتِمُّ إِلَّا فِي أَوْقَاتٍ  
مُحَدَّدَةٍ مِنْ كُلِّ يَوْمٍ، هَذَا إِذَا كَانَتْ الشُّرُوطُ الْجَوِّيَّةُ الْمَطْلُوبَةُ  
عِنْدَ إِجْرَاءِ التَّصْوِيرِ مُتَوَفَّرَةً، وَفِي مُقَدِّمَتِهَا : أَنْ يَكُونَ الْجَوُّ  
صَافِياً، وَالسَّمَاءُ خَالِئَةً مِنَ الْغُيُومِ أَوْ الضَّبَابِ أَوْ الْغُبَارِ .



الْقَمَرُ ERS-1 هُوَ أَوَّلُ قَمَرٍ صِنَاعِيٍّ  
أُرْسِلَ لِلرَّاقَةِ الْأَرْضِ بِالْإِزْدَارِ، وَقَدْ  
الْتَمَدَّ حَتَّى 1992، غَلَبَ الشُّرُوءُ  
لِلْكَامَرِغِ (فِي غَنُوبِ قَرْنَسَا) وَغَايِرِهِ  
تَجَلُّلِ سِلْبِنِ شَرْمُودَ وَالْوَانِ مُخْتَلِفَةً ذَاتِيَّةً .

لِذَا جَاءَتْ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ لِتَقُومَ بِعَمَلِيَّاتِ الْمَسْحِ تِلْكَ  
بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ، وَبِدَقَّةٍ بِالْغَةِ . وَبِمَا أَنَّ الْقَمَرَ الصَّنَاعِيَّ دَائِمُ الدَّوْرَانِ  
حَوْلَ الْأَرْضِ عَلَى مَدَارِهِ، فَإِنَّ الصُّوَرَ الَّتِي يَحُولُ دُونَ ظُهُورِهَا  
عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ، بِالنِّسْبَةِ لِأَجْهَزَةِ التَّصْوِيرِ الْمَحْمُولَةِ بِذَلِكَ  
الْقَمَرِ، فِي يَوْمٍ مَا، تَبْدُو وَاضِحَةً كُلِّ الْوُضُوحِ فِي يَوْمٍ آخَرَ .  
وَبِوَسَاطَةِ تَكَرُّرِ النِّقَاطِ الصُّوَرِ الْمَسَاحِيَّةِ مِنَ الْقَمَرِ، يَتِمُّ تَصْوِيرُ  
وَمَسْحُ الْمِنْطَقَةِ الْأَرْضِيَّةِ الْمَطْلُوبَةِ، كَمَا تُعْطَى الصُّوَرُ الْمُكَرَّرَةُ لَهَا





اكتشاف الآثار من الفضاء. تُعرض هذه الصورة جزءاً من سور الصين العظيم كعصابة بُرتقالية (في الأسفل). وتُعرض الصور باللونين الأبيض والأسود والمساحة التي حدثت بالإطار والتي تمثل القنوات الرادارية الأربع من الجهاز SIR - C. كما تُعرض صورتان في يسار الشكل أوضح منظر لجيلين من هذا السور حيث الخط المتصل والفتاح اللون هو السور الأحدث، الذي بُني قبل نحو 600 سنة، والخط الفاتح المتقطع، الذي يظهر فوق الخط الأول مباشرةً هو لبقايا نسخة أقدم للسور عمرها 1500 سنة. يُمكن بسهولة الكشف عن السور من الفضاء بواسطة الرادار، لأن أطرافه الناعمة الشديدة الميلان تُوفر سطحاً بارزاً من أجل انعكاس أشعة الرادار التي تسقط عليه. والكشف عن السور القديم بواسطة الرادار يسمح للباحثين الصينيين بأن يقتفوا أثر الموقع السابق للبناء عبر مساحات واسعة بعيدة. أُخذت هذه الصورة عام 1994م، من مكوك الفضاء إنديفر، وتُعرض (الصورة السفلى) مساحة تُقدر بنحو (75 × 25) متراً مربعاً.

ومن أهم الأقمار الصناعية المُخصصة لتصوير سطح الأرض، والقيام بمسححه :

- (سبوتنيك - 1) الذي أطلقه الاتحاد السوفيتي يوم 4 تشرين الأول عام 1957م.
- (كوريير - 1 ب) الذي أطلقته الولايات المتحدة يوم 4 تشرين الأول عام 1960م.
- (آنا. ب. 1) الذي أطلقته الولايات المتحدة يوم 31 تشرين الأول عام 1962م.
- مجموعة أقمار صناعية قامت الولايات المتحدة بإطلاقها تباعاً بين يوم 28 حزيران عام 1963م، وحتى شهر آب من عام 1964م.
- القمر الصناعي (أوغو - 1) الذي أطلقته الولايات



نار بُركان كليو تشيفسكوي (المنطقة الحمراء) في كامشانتكا بروسيا عام 1994م. وحدثت آخر ثورتين عنيفتين له في عامي (1737 و 1945). ويجري نهر كامشانتكا (أعلى الصورة) مُخترقاً هذه المنطقة المتفجرة حيث يغرق لوح الباسيفيكي في اللوح الأوروبي الآسيوي. وإلى الشمال من النهر توجد براكين خامدة (الأخضر)، وإلى الجنوب منه توجد مُستوطنات زراعية (الخطوط).

كما تكشف تلك الأقمار الصناعية اليوم عن مناطق التجمعات الكبرى للأسماك في المحيطات والبحار، وعن تحركات أسرابها وأسراب الحيتان، مما يساعد على تحقيق صيد وفير بأقل كلفة وأدنى جهد.

وعلى الرغم من الارتفاعات الكبيرة التي توضع عليها الأقمار الصناعية، وفق المدارات المُخصصة لها، فإن الصور التي تلتقطها لسطح الكرة الأرضية تكون على غاية في الدقة والوضوح لدرجة يُمكن معها إظهار تفاصيل أي جسم قائم على سطح اليابسة أو المياه، في مساحة لا تتعدى مترين مربعين. وحتى الصور التي شملت قارات بكاملها، أو دولا، أو مناطق واسعة، كانت واضحة كل الوضوح، وكان الملون منها على غاية من الروعة.





تحتوي "سيروس-1" من الجيل الأول لأقمار مراقبة حالة الطقس، والإنذار المبكر قبل حدوث الأعاصير.

لِدِرَاسَةِ الْأَحْوَالِ الْجَوِّيَّةِ، وَالتَّعَرُّفِ إِلَى الطَّقْسِ، وَتَوَقُّعِ التَّغْيِرَاتِ الَّتِي سَتَحْدُثُ فِيهِ خِلَالَ فِتْرَةٍ تَمُنُّدُ أَحْيَانًا إِلَى عِدَّةِ أَيَّامٍ. كَمَا أُمْكِنَ، بِوَسَاطَةِ تِلْكَ الْأَقْمَارِ، رَصْدُ الْأَعَاصِيرِ مُنْذُ نَشُوءِهَا، وَالْإِرْشَادُ إِلَى الطَّرِيقِ الَّتِي تَسْلُكُهَا، مَعَ بَيَانِ مِقْدَارِ سُرْعَتِهَا وَشِدَّتِهَا، مِمَّا يُسَاعِدُ عَلَى إِعْطَاءِ إِنْذَارٍ مُبَكِّرٍ لِلْمَنَاطِقِ الَّتِي سَتَدَاهِمُهَا.

وَقَدْ خُصِّصَتْ بَعْضُ أَقْمَارِ الرِّصْدِ لِمُرَاقَبَةِ الْجِبَالِ الْجَلِيدَةِ الْعَائِمَةِ فِي الْمُحِيطَاتِ (الْإِسْبِيرِغ)، وَإِصْدَارِ الْمَعْلُومَاتِ الْمُتَعَلِّقَةِ بِحَجْمِهَا، وَمَوْقِعِهَا، وَاتِّجَاهِهَا، وَسُرْعَةِ تَحَرُّكِهَا، إِذْ يُغْنِي ذَلِكَ عَنْ بَوَاقِرِ الرِّصْدِ الَّتِي كَانَتْ مُوزَّعَةً فِي مَنَاطِقٍ مُتَعَدِّدَةٍ مِنَ الْمُحِيطَاتِ، وَبِخَاصَّةٍ فِي الْمُحِيطِ الْأَطْلَسِيِّ، حَيْثُ تَقُومُ بِإِصْدَارِ الْإِنْذَارِ لِلسُّفُنِ الْمُسَافِرَةِ عَبْرَهُ. وَكَانَتْ دَوَائِرُ الْأَرْصَادِ الْجَوِّيَّةِ فِي الْعَالَمِ تَعْتَمِدُ عَلَى (8000) مَحْطَّةٍ رَصْدٍ جَوِّيٍّ، مُوزَّعَةٍ عَلَى سَطْحِ الْكُرَّةِ

الْمُتَّحِدَةِ يَوْمَ 5 أَيْلُولَ عَامَ 1964م، وَهُوَ مُزَوَّدٌ بِقَاعِدَةٍ تَحْمِلُ مِرْصَدًا.

• الْقَمَرُ الصَّنَاعِيُّ (أوغو - 2) الَّذِي أَطْلَقَتْهُ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ يَوْمَ 3 شُبَّاطِ عَامَ 1965م، وَهُوَ الْآخِرُ كَانَ مُزَوَّدًا بِقَاعِدَةٍ تَحْمِلُ مِرْصَدًا.

• الْقَمَرُ الصَّنَاعِيُّ (أوغو - 3) الَّذِي أَطْلَقَتْهُ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ يَوْمَ 14 تَشْرِينَ الْأَوَّلِ عَامَ 1965م، وَكَانَ مُزَوَّدًا بِقَاعِدَةٍ تَحْمِلُ مِرْصَدًا.

• الْقَمَرُ (غْيُوس - 1) الَّذِي أَطْلَقَتْهُ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ يَوْمَ 6 تَشْرِينَ الثَّانِي عَامَ 1965م، وَكَانَ مُزَوَّدًا بِجِهَازٍ رَادَارِيٍّ.

• الْقَمَرُ (أوغو - 4) الَّذِي أَطْلَقَتْهُ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ يَوْمَ 7 حَزِيرَانَ عَامَ 1966م، وَكَانَ مُزَوَّدًا بِقَاعِدَةٍ تَحْمِلُ مِرْصَدًا.

• كَمَا قَامَتِ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ بِإِطْلَاقِ الْمُنْطَادِ (بَاجْيُوس - 1) الَّذِي بَلَغَ طُولُ قُطْرِهِ (30.5) مِثْرًا، وَذَلِكَ يَوْمَ 24 حَزِيرَانَ عَامَ 1966م؛ وَقَدْ وَصَلَ يَوْمَهَا إِلَى ارْتِفَاعِ (4200) كِيلُومِثْرٍ فِي الْجَوِّ.

## الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ رَاصِدَةُ الطَّقْسِ

بِنَتِيجَةِ رَصْدِ الْغِلَافِ الْجَوِّيِّ Atmosphere بِالصَّوَارِيخِ وَالْمَنَاطِيدِ السَّابِرَةِ، أُمْكِنَ التَّوَصُّلُ إِلَى مُعْظَمِ الْمَعْلُومَاتِ الْمُتَعَلِّقَةِ بِذَلِكَ الْغِلَافِ، الَّذِي دَعَاهُ عُلَمَاءُ الْيُونَانِ قَدِيمًا بِاسْمِ (أَتْمُوسْفِير)، أَيْ الْكُرَّةِ الْبُخَارِيَّةِ، اِغْتِقَادًا مِنْهُمْ بِأَنَّهُ مُؤَلَّفٌ فِي جُمْلَتِهِ مِنْ بُخَارِ الْمَاءِ.

وَلَمَّا أُطْلِقَتِ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ عَبْرَ ذَلِكَ الْغِلَافِ، أُمْكِنَ التَّوَصُّلُ إِلَى مَعْلُومَاتٍ مُحَدَّدَةٍ وَدَقِيقَةٍ عَنْهُ، بَيَّنَتْ أَنَّهُ مُؤَلَّفٌ مِنْ خَمْسِ طَبَقَاتٍ أَسَاسِيَّةٍ، يَضُمُّ بَعْضُهَا طَبَقَاتٍ فَرْعِيَّةً.

لَقَدْ أُطْلِقَ الْعَدِيدُ مِنَ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ إِلَى الْفَضَاءِ



وَلَا يَتَوَقَّفُ عَمَلُ هَذِهِ الْأَقْمَارِ عِنْدَ حَدِّ تَصْوِيرِ الْغُيُومِ  
وَالْأَعَاصِيرِ، وَتَحَرُّكَاتِهَا، وَإِنَّمَا زُوِّدَتْ بِتَجْهِيزَاتٍ خَاصَّةٍ دَقِيقَةٍ،  
تُسَاعِدُهَا عَلَى بَثِّ دَرَجَاتِ حَرَارَةِ الطَّبَقَاتِ الْمُخْتَلِفَةِ مِنَ الْجَوِّ،  
وَكَذَلِكَ دَرَجَاتِ حَرَارَةِ الْمَنَاطِقِ الْمُتَعَدِّدَةِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ،  
وَالضُّغُوطِ الْجَوِّيَّةِ السَّائِدَةِ فِيهَا، وَالْمَنَاطِقِ الَّتِي سَيَحْدُثُ فِيهَا  
تَلَاقِي الْجَبْهَاتِ الْبَارِدَةِ مَعَ الْجَبْهَاتِ الْحَارَّةِ الرُّطْبِيَّةِ.

وَتَقُومُ مَرَاكِزُ الرِّصْدِ الْجَوِّيِّ بِتَحْدِيدِ أَدَقِّ لِصْفَاتِ  
النَّمَاذِجِ الْمُنَاخِيَّةِ الْمَعْرُوفَةِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ، وَلِلْحَالَاتِ  
الشَّاذَّةِ الَّتِي تَنْتَابُهَا، كَمَا تُسَاعِدُ عَلَى إِعْطَاءِ تَفْسِيرٍ عِلْمِيِّ لِتِلْكَ  
الْحَالَاتِ وَمُسَبِّبَاتِهَا، وَالْقِيَامُ بِإِصْدَارِ الْإِنذَارَاتِ لِلْمَنَاطِقِ الَّتِي  
تُهِدِّدُهَا الْأَعَاصِيرُ، كَمَا فَعَلَتْ فِي شَهْرِ أَيْلُولِ عَامِ 1961م،  
حِينَ انْدَفَعَ الْإِعْصَارُ كَارِلا مِنَ الْمُحِيطِ الْأَطْلَسِيِّ بِاتِّجَاهِ  
شَوَاطِئِ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، فَقَامَتْ مَرَاكِزُ الرِّصْدِ الْجَوِّيِّ  
بِإِنذَارِ الْجَبْهَاتِ الْمَسْؤُولَةِ، الَّتِي قَامَتْ بِعَمَلِيَّةِ إِجْلَاءٍ سَرِيعَةٍ  
لِحَوَالِي (350) أَلْفَ شَخْصٍ مِنَ الْمَنَاطِقِ الَّتِي كَانَ يَسْتَهْدِفُهَا  
الْإِعْصَارُ، وَذَلِكَ قَبْلَ وُضُوعِهِ بِفَتْرَةٍ كَافِيَةٍ، مِمَّا سَاعَدَ عَلَى  
إِنْقَاضِ أَرْوَاحِ جَمِيعِ سُكَّانِ تِلْكَ الْمَنَاطِقِ؛ وَاقْتَصَرَ أَثَرُ الْإِعْصَارِ  
عَلَى الْأَضْرَارِ الْمَادِّيَةِ فَقَطْ، بَلْ إِنَّ تِلْكَ الْأَضْرَارَ كَانَتْ  
مَحْدُودَةً، إِذْ اتَّخَذَتِ الدَّوْلَةُ احْتِيَاظَاتٍ كَبِيرَةً لِتَخْفِيفِ أَثَرِ  
ذَلِكَ الْإِعْصَارِ فِي الْمِنْطَقَةِ.

وَلَمْ تَمُضِ فِتْرَةٌ عَلَى إِطْلَاقِ الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ  
(تِيرُوس) إِلَى الْفَضَاءِ، حَتَّى تَبَيَّنَ لِلْعُلَمَاءِ  
أَنَّهُ غَيْرُ مُؤَهَّلٍ لِتَقْدِيمِ مَا كَانَ مُتَوَقَّعًا مِنْهُ مِنْ  
مَعْلُومَاتٍ عَنِ أَحْوَالِ الطُّقْسِ، إِذْ كَانَتْ عَدَسَةُ  
التَّصْوِيرِ فِيهِ لَا تُصَوِّرُ إِلَّا حَوَالِي (15% - 20%)  
مِنَ الْفَضَاءِ الْقَائِمِ بَيْنَهُ وَبَيْنَ سَطْحِ الْأَرْضِ الَّذِي  
كَانَ يَدُورُ حَوْلَهُ، لِأَنَّ اتِّجَاهَ عَدَسَةِ التَّصْوِيرِ كَانَ  
يَتَغَيَّرُ أَحْيَانًا، بِرِغْمِ الْمُثَبِّتِ الَّذِي أُقِيمَ حَوْلَهَا

الْأَرْضِيَّةِ، تَرُصِّدُ الْجَوَّ فِي مِنتَقَةٍ مَحْدُودَةٍ، عِلْمًا بِأَنَّ مَا هُوَ  
مُوزَعٌ مِنْهَا عَلَى الْجُزْرِ الْقَائِمَةِ فِي الْمُحِيطَاتِ قَلِيلٌ جَدًّا.  
لِذَا جَاءَتْ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ لِتَلْعَبَ دَوْرًا أَسَاسِيًّا وَهَامًّا  
فِي عَمَلِيَّاتِ الرِّصْدِ الْجَوِّيِّ، وَفِي التَّوَقُّعَاتِ حَوْلَ تَغْيِيرِ  
الطُّقْسِ، وَفِي إِصْدَارِ الْإِنذَارَاتِ الْمُبَكِّرَةِ لِلْمَنَاطِقِ الَّتِي يَهْدِّدُهَا  
إِعْصَارٌ أَوْ فَيْضَانٌ أَوْ رِيَّاحٌ سَرِيعَةٌ مُدْمِرَةٌ.

وَمِمَّا يَزِيدُ فِي قُدْرَةِ تِلْكَ الْأَقْمَارِ فِي مَجَالِ الرِّصْدِ  
الْجَوِّيِّ: اِرْتِفَاعُهَا الَّذِي يُسَاعِدُهَا عَلَى كَشْفِ مَنَاطِقٍ وَاسِعَةٍ  
مِنَ سَطْحِ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ، إِذْ تَدُورُ حَوْلَ الْأَرْضِ عَلَى ارْتِفَاعٍ  
مُتَوَسِّطٍ قَدْرُهُ (700) كَم؛ ثُمَّ سُرْعَةً دَوْرَانِهَا حَوْلَ الْأَرْضِ  
وَالَّتِي تَبْلُغُ (27) أَلْفَ كِيلُومِترٍ فِي السَّاعَةِ وَسَطِيًّا؛ ثُمَّ الْعَدَدُ  
الْكَبِيرُ مِنَ الصُّوَرِ الَّتِي تُبْنِئُهَا بِاتِّجَاهِ مَرَاكِزِ الرِّصْدِ الْجَوِّيِّ،  
إِذْ يَبْلُغُ عَدَدُ تِلْكَ الصُّوَرِ حَوَالِي (255) صُورَةً وَسَطِيًّا فِي  
الْيَوْمِ الْوَاحِدِ. وَقَدْ لَا تَكُونُ كُلُّ تِلْكَ الصُّوَرِ وَاضِحَةً كُلَّ  
الْوَضُوحِ؛ وَلَكِنَّ مَا هُوَ وَاضِحٌ مِنْهَا كَافٍ لِتَأْمِينِ عَمَلِيَّةِ رِصْدِ  
جَوِّيٍّ شَامِلٍ وَكَافٍ. مِنْ ذَلِكَ أَنَّ أَقْمَارَ الرِّصْدِ الْمَعْرُوفَةِ  
بِاسْمِ (تِيرُوس)، الَّتِي تَبْتُ بِاتِّجَاهِ مَرَاكِزِ الرِّصْدِ الْأَرْضِيَّةِ  
حَوَالِي (300) أَلْفَ صُورَةٍ خِلَالَ عَامٍ كَامِلٍ، تَبَيَّنَ أَنَّهُ لَمْ  
يَكُنْ صَالِحًا لِلدِّرَاسَةِ مِنْهَا، لِتَكْوِينِ فِكْرَةٍ عَنِ حَالَةِ الطُّقْسِ،  
إِلَّا (24) أَلْفَ صُورَةٍ.



قمر حالة  
الطقس

نَمَّعَ أَهْلُهَا تَعْبِيدَهُ جَدًّا فِي الْفَضَاءِ، فَإِنَّ أَقْمَارَ الْجَوِّ  
تَتِمَكَّنُ مِنْ قِيَاسِ دَرَجَةِ حَرَارَةِ الْيَابِسَةِ وَالتَّحَرُّقِ،  
بِالْإِضَافَةِ إِلَى سُرْعَةِ الرِّيحِ وَارْتِفَاعِ الْأَمْوَاجِ



لِذَلِكَ كُلُّهُ تَمَّ إِحْلَالُ قَمَرٍ جَدِيدٍ يُدْعَى (نمبص) مَحَلَّ الْقَمَرِ السَّابِقِ (تيروس)، بَعْدَ أَنْ أُدْخِلَتْ عَلَى هَذَا الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ الْجَدِيدِ التَّحْسِينَاتُ التَّالِيَةُ :

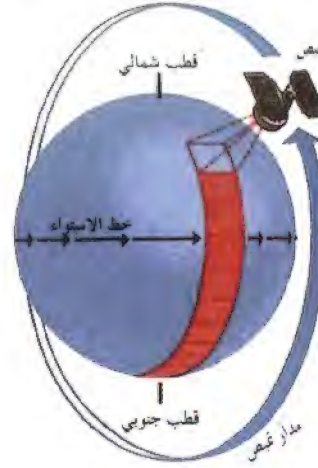
(1) تَمَّ تَرْوِيدُهُ بِثَلَاثِ عَدَسَاتِ تَصْوِيرٍ، تَقُومُ بِالْعَمَلِ مَعًا، مِمَّا يَجْعَلُ الصُّورَةَ الْفَضَائِيَّةَ الْمَأْخُوذَةَ بِهَا، تُغَطِّي مَا مِسَاحَتَهُ (25000) كِيلُومِترٍ مُرَبَّعٍ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ، وَمَا فَوْقَهَا مِنْ مَظَاهِرٍ طَقْسِيَّةٍ.

(2) إِنَّ عَدَسَاتِ التَّصْوِيرِ فِيهِ، تَنْظُرُ مُتَّجِهَةً نَحْوَ سَطْحِ الْأَرْضِ كَيْفَمَا كَانَتْ حَالَةَ الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ أُنْثَاءَ انْطِلَاقِهِ عَلَى مَدَارِهِ، وَذَلِكَ عَنْ طَرِيقِ تَرْوِيدِ آلَاتِ التَّصْوِيرِ بِمَحَاوِرٍ تُؤَدِّي إِلَى تَوَجِيهِ عَدَسَاتِهَا بِاسْتِمْرَارٍ نَحْوَ سَطْحِ الْأَرْضِ.

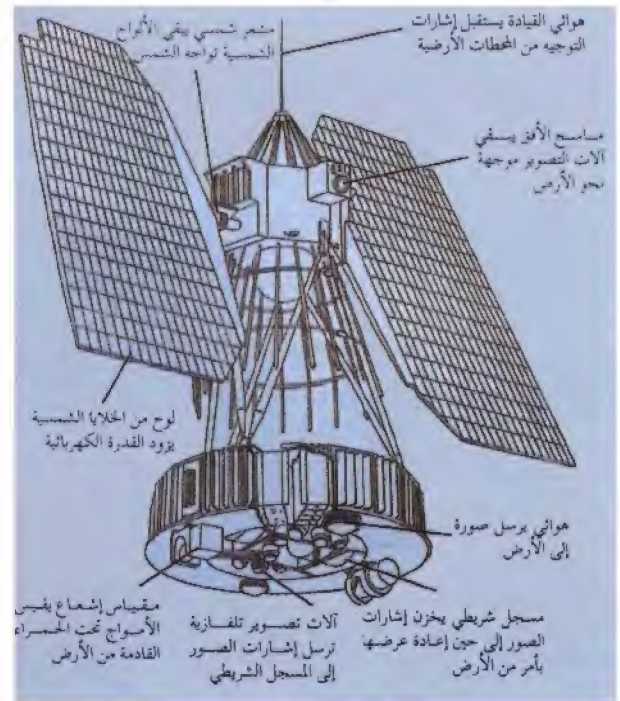
(3) حُمِّلَ بِآلَاتِ تَصْوِيرٍ تَتَأَثَّرُ أَشْرِطَتُهَا الْحَسَّاسَةُ بِالْأَشِعَّةِ تَحْتَ الْحُمُرَاءِ، مِمَّا يُسَاعِدُ تِلْكَ الْأَقْمَارَ عَلَى تَصْوِيرِ الْمَنَاطِقِ الْحَارَّةِ وَالْدَّافِئَةِ، وَمَا يَعلُوها مِنْ ظَوَاهِرٍ طَقْسِيَّةٍ فِي ظُلْمَةِ اللَّيْلِ.

(4) جُعِلَ مَدَارُهُ عَلَى ارْتِفَاعٍ يُسَاعِدُهُ عَلَى تَصْوِيرِ أَكْبَرِ جُزْءٍ مِنَ الْفَضَاءِ الْمُحِيطِ بِالْأَرْضِ، مَا عَدَا مَجَالَاتٍ مَحْدُودَةً أَمَكَّنَ تَصْوِيرَهَا بِوَسَاطَةِ أَقْمَارٍ صِنَاعِيَّةٍ صَغِيرَةٍ مِنْ نَفْسِ النَّوعِ، أُطْلِقَتْ إِلَى الْفَضَاءِ لِتَحْقِيقِ ذَلِكَ.

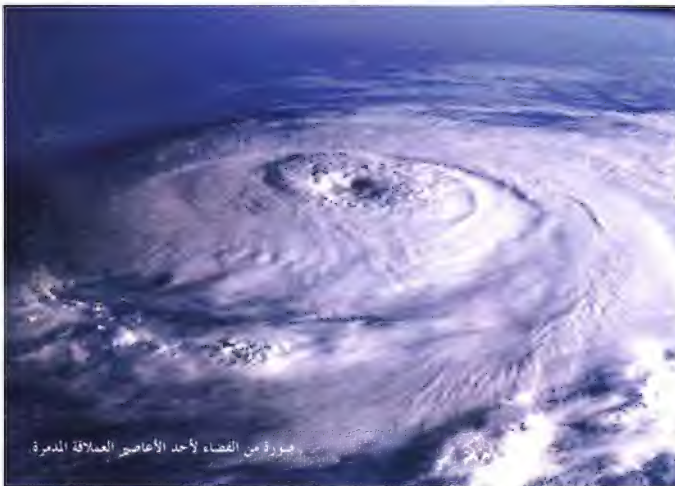
لِتَنْظُرَ مُتَّجِهَةً نَحْوَ سَطْحِ الْأَرْضِ. كَمَا أَنَّ الْمَدَارَ الَّذِي يَسْلُكُهُ لَا يُسَاعِدُ عَدَسَةَ التَّصْوِيرِ فِيهَا عَلَى التَّقَاطُ صُورٍ لِلْمَنَاطِقِ الْوَاقِعَةِ بَيْنَ دَرَجَتَيْ عَرْضِ (65° - 90°) شَمَالًا وَجَنُوبًا.



الْقَمَرُ الْعِلْمِيُّ (نمبص) يُرَاقِبُ هَذَا الْقَمَرُ جَوَّ الْأَرْضِ وَالْمُحِيطَ مِنْ ارْتِفَاعٍ يَزِيدُ عَلَى (800) كَم) وَكَمَا يَظْهَرُ فِي الشَّكْلِ، فَإِنَّ الْقَمَرُ يَدُورُ فِي اتِّجَاهِ شَمَالٍ - جَنُوبِ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ وَيَلْتَقِطُ جِزْمَةً مِنَ الصُّورِ خِلَالِ كُلِّ دُورَةٍ، وَلَكِنْ نَظَرًا لِدَوْرَانِ الْأَرْضِ فَإِنَّ (نمبص) يَنْتَقِلُ بَعْدَ كُلِّ دُورَةٍ يَدُورُهَا لِيُصَبِّحَ فَوْقَ شَرِيطٍ مُخْتَلِفٍ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ، وَبِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ فَإِنَّ الْقَمَرِ الصَّنَاعِيَّ يُصَوِّرُ الْأَرْضَ بِأَكْمِلِهَا كُلَّ يَوْمٍ.



الأجهزة والأجزاء التي يتكون منها القمر الصناعي (نمبص)



وَكَانَ مِنَ الْمُمْكِنِ الْاِكْتِفَاءُ بِثَلَاثَةِ أَقْمَارٍ صِنَاعِيَّةٍ لِتُغَطِّي صُورَهَا الَّتِي تَلْتَقِطُهَا سَطْحُ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ كُلِّهِ، إِذَا مَا وُضِعَتْ





لَحْظَةٌ تَوْصِلُ (غَرَاهَام بِل) لِاخْتِرَاعِ  
الْهَاتِفِ، مَعَ مُسَاعِدِهِ (وَاطْسُون)  
فِي الْمَخْتَبَرِ.



مَقْطَعٌ عَرْضِيٌّ فِي هَاتِفِ  
1878 م.

وَالْتَعْيِيرَاتِ الطَّقْسِيَّةِ، يَحُولُ دُونَ التَّقَاطِ صُورَةٍ  
وَاضِحَةٍ لَهَا.

### الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ فِي مَجَالِ الْإِتِّصَالَاتِ

كَانَتِ الْمِبْرَقَةُ الَّتِي تَعْتَمِدُ عَلَى مَدَّخَرَاتِ كَهْرَبَائِيَّةٍ  
لِتَأْمِينَ الطَّاقَةَ الْمُحَرَّكَةَ فِيهَا، أَوَّلَ طَرِيقَةٍ لِنَقْلِ الْأَخْبَارِ، أَوْ  
الْمُكَالِمَاتِ بَيْنَ النَّاسِ، وَهِيَ الَّتِي اخْتَرَعَهَا عَامَ 1836 م،  
الْأَمِيرِكِيُّ صَمُوئِيلُ فِينِلِي مَوْرس (1791 - 1872).

وَكَانَ الْإِتِّصَالُ بِتِلْكَ الْمِبْرَقَةِ يَتِمُّ عَنْ طَرِيقِ نَقْلِ رُمُوزٍ، عَبْرَ  
الْأَسْلَاقِ، بَيْنَ مَنطَقَتَيْنِ أَوْ بِلَدَيْنِ، مُتَمَثِّلَةً فِي عَدَدٍ مِنَ النِّقَاطِ  
وَالْخُطُوطِ تَدْعَى (شَارَاتُ مَوْرس) بِاسْمِ مُخْتَرَعِهَا وَمُخْتَرَعِ

تِلْكَ

الْأَقْمَارُ عَلَى

ارْتِفَاعِ (35700)

كِيلُومِترٍ عَنْ ذَلِكَ

السَّطْحِ، وَعَلَى مَسَافَاتٍ مُتَسَاوِيَةٍ فِيمَا بَيْنَهَا، فَوْقَ خَطِّ  
الْإِسْتِوَاءِ، عَلَى أَنْ تَكُونَ سُرْعَتُهَا فِي دَوْرَانِهَا حَوْلَ الْأَرْضِ  
كَسُرْعَةِ دَوْرَانِ الْأَرْضِ حَوْلَ نَفْسِهَا، مِمَّا يُعْطِيهَا ثَبَاتًا فِي  
أَمْكِنَتِهَا، لَوْلَا أَنَّ بُعْدَهَا الْكَبِيرَ هَذَا عَنْ طَبَقَةِ التَّرُوبُوسْفِيرِ  
الْقَرِيبَةِ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ، وَالَّتِي تَجْرِي فِيهَا جَمِيعُ الْأَحْدَاثِ

السَّمَاعَةُ الَّتِي اخْتَرَعَهَا  
(بِل) مِنَ الْخَشَبِ



حَتَّى نِهَآيَةِ الْقَرْنِ الْعَشْرِينَ، بِحَوَالِي (550) مِلْيُونِ نَسَمَةٍ .  
وَقَدْ تَمَّ مَدُّ حَزْمٍ مِنَ الْأَسْلَافِ الْهَاتِفِيَّةِ، الْمُغْلَفَةِ وَالْمَعْرُوَلَةِ،  
تَحْتَ مِيَاهِ الْمُحِيطَاتِ وَالْبَحَارِ، وَصَلَتْ بَيْنَ عَدَدٍ كَبِيرٍ مِنْ دُولِ  
الْعَالَمِ؛ وَأَصْبَحَ مِنَ الْمُمْكِنِ الْآنَ إِجْرَاءُ أَكْثَرِ مِنْ (4000)  
مُكَالَمَةٍ هَاتِفِيَّةٍ فِي آنٍ وَاحِدٍ، وَعَبَّرَ زَوْجٌ وَاحِدٌ مِنْ تِلْكَ الْحُزَمِ .  
وَمَعَ ذَلِكَ، فَقَدْ دَعَتِ الْحَاجَةُ إِلَى مَزِيدٍ مِنْ وَسَائِلِ  
الْإِتِّصَالِ بَيْنَ الدُّوَلِ وَالْأَفْرَادِ؛ لِذَا أَتَجَهَّ التَّفَكُّيرُ إِلَى اسْتِخْدَامِ  
الْإِتِّصَالَاتِ اللَّاسِلِكِيَّةِ الَّتِي كَانَ الْفِيْزِيَايِيُّ الْإِيطَالِيُّ جُولِيلِمُو



مُخْتَرَعُ اللَّاسِلِكِي  
كَانَ «جُولِيلِمُو مَاركونِي» أَوَّلُ إِنْسَانٍ يَسْتَخْدِمُ  
الَلَّاسِلِكِيَّ فِي الْإِتِّصَالَاتِ . وَفِي عَامِ 1901م،  
أَرْسَلَ مَاركونِي رِسَالَةً مُشْفَّرَةً Coded  
خِلَالَ اللَّاسِلِكِي مِنْ إِنْكَلْتَرَا عَبْرَ الْمُحِيطِ  
الْأَطْلَسِيِّ .

مَاركونِي (1874 - 1937) أَوَّلُ مَنْ حَقَّقَهَا عَامَ 1896م، عَنْ  
طَرِيقِ اخْتِرَاعِهِ جِهَازاً لِلْبَيْتِ الْإِذَاعِيِّ، وَآخِرَ لَاتِقَاطِ ذَلِكَ الْبَيْتِ،  
وَهُوَ الْمَذْبَاعُ، ثُمَّ قَامَ بِتَطْوِيرِهِمَا بَعْدَ ذَلِكَ تَطْوِيرًا مُلْحُوظًا .  
وَقَدْ أُخْدِتِ الْيَوْمَ فِي جَمِيعِ دُولِ الْعَالَمِ مَحَطَّاتٌ لَّاسِلِكِيَّةٌ  
لِتَأْمِينَ الْإِتِّصَالِ الْمُبَاشِرِ فِيمَا بَيْنَهُمَا . وَبِرَغْمِ زِيَادَةِ عَدَدِ تِلْكَ  
الْمَحَطَّاتِ، وَرَفْعِ طَاقَتِهَا، فَإِنَّهَا لَمْ تَسْتَطِعْ تَلْبِيَةَ الْحَاجَةِ الْمُتَزَايِدَةِ  
لِلْإِتِّصَالَاتِ . لِذَا انْصَرَفَ التَّفَكُّيرُ لَاسْتِخْدَامِ الْمَنَاطِيدِ الْعَاكِسَةِ



جِهَازُ الْمِبْرَقَةِ الَّتِي اخْتَرَهَا مَورِس .

الْمِبْرَقَةِ، ثُمَّ تُحَوَّلُ تِلْكَ الرُّمُوزُ إِلَى حُرُوفٍ، فَكَلِمَاتٍ، فِي  
الْجِهَةِ الَّتِي كَانَتْ تَسْتَقْبِلُ ذَلِكَ الْإِبْرَاقَ وَتُسَجِّلُهُ .

وَفِي عَامِ 1877م، شَاعَ اسْتِعْمَالُ الْهَاتِفِ بَيْنَ النَّاسِ،  
الَّذِي اخْتَرَعَهُ الْأَمِيرِكِيُّ عَامَ 1876م، الْاسْكُتْلَنْدِيُّ الْمَوْلِدِ،  
الْكَسْنَدِرُ غِرَاهَامُ بِل (1847 - 1922) . وَفِي عَامِ 1877م،  
أُنْشِئَتْ أَوَّلُ شَرِكَةٍ لِلْهَاتِفِ فِي الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ بِاسْمِ شَرِكَةِ  
بِل لِلْإِتِّصَالَاتِ الْهَاتِفِيَّةِ .

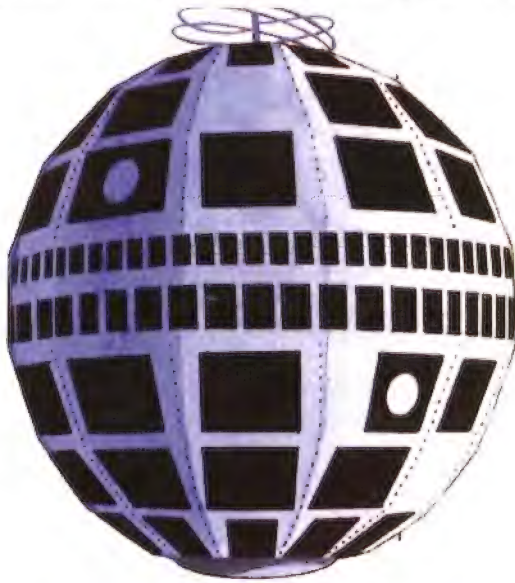
ثُمَّ قَامَ مُخْتَرَعُ الْكَهْرَبَاءِ الْأَمِيرِكِيُّ توماس آلفا إديسون  
(1847 - 1931) بِتَطْوِيرِ الْهَاتِفِ الَّذِي صَنَعَهُ غِرَاهَامُ بِل،  
بِحَيْثُ أَصْبَحَ مِنَ الْمُمْكِنِ إِجْرَاءُ مُخَابَرَاتٍ هَاتِفِيَّةٍ عَبْرَ مَسَافَاتٍ  
بَعِيدَةٍ . وَمِنْ ذَلِكَ الْحِينِ يَنْتَشِرُ اسْتِخْدَامُ الْهَاتِفِ عَلَى نِطَاقٍ وَاسِعٍ  
يَوْمًا بَعْدَ يَوْمٍ، حَتَّى قُدِّرَ عَدَدُ الَّذِينَ يَمْتَلِكُونَ أَجْهَزَةً هَاتِفِيَّةً،



الْبَاعِزَةُ الْمَجْدَانِيَّةُ الْفُلَانِيَّةُ (SSG. B)  
تَعْمُرُ بِمَدِّ أَوَّلِ كَبْلٍ عَبْرَ الْمَحِيطِ الْأَطْلَسِيِّ  
فِي عَامِ 1866م، وَتَسُجِّلُ هَذَا الْكَبْلَ بَيْنَ  
إِيرْلَنْدَا وَتِيُولُولَانْدِ بِكَتْدَا .



(72) سطحاً، تُغذيه بالكهرباء (19) مدخنة يتم شحنها بأشعة الشمس عن طريق (3600) خلية ضوئية صنعت من السيليكون؛ ولكي لا يухدش سطحها عند اصطدامها بالنيازك التي تنقض باتجاهها، غطيت تلك الخلايا بحجارة من الياقوت الأزرق الصناعي المعروف باسم (سافير) وهو من الحجارة الكريمة. وقد زودت بتجهيزات تستطيع أن ترفع طاقة البث الإذاعي والتلفازي المرسل إليها بمقدار (10) مليارات من



التلستار أول قمر صناعي يُستخدم في إرسال الصور التلفزيونية. وكانت دورته حول الأرض تستغرق (158 دقيقة).

المرات حتى يصل واضحاً إلى محطات الاستقبال الأرضية، بعد قطعه مسافات شاسعة في الفضاء، غير المشوشات التي تعترض طريقه.

وبرغم ذلك كله، فإنه كان لا يصل إلى مركز استقبال البث الأرضي إلا حوالي (0.000.000.000.001) من الواط، علماً بأن الهوائي الذي أُعد لاستقبال البث على سطح الأرض كان ضخماً، بلغ طول قطر فتحته (20) متراً، كما بلغ وزنه حوالي (340) طناً، وكان يتجه آلياً نحو القمر الصناعي باستمرار، إذ كان يكفي أن يتحول اتجاهه عنه

للبث، في البداية، ثم حلت محلها، فيما بعد، الأقمار الصناعية التي أثبتت فاعلية كبرى في هذا المجال، أدت إلى استخدامها، فيما بعد، على نطاق واسع، وبخاصة عندما أمكن بواسطتها إيصال البث التلفازي إلى مسافات شاسعة، بعد أن كانت تحول دون انتشاره التضاريس العالية، وانحناء سطح الأرض.

وقد قامت الولايات المتحدة بإطلاق أول منطاد عاكس للبث إلى الفضاء يوم 2 آب عام 1960م، بقطر (30) متراً، أمكن بواسطته تأمين الاتصال بين جميع أجزاء الولايات المتحدة على اتساعها، كما ساعد على تأمين الاتصال بين الولايات المتحدة ودول أوروبا، مع إيصال البث التلفازي إلى جميع تلك الدول واستقباله.

وعندما أطلقت الولايات المتحدة يوم 25 كانون الثاني عام 1964م، منطادها الثاني إلى الفضاء، وكان قطره هذه المرة (40) متراً، تحقق الاتصال بين الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي، بالإضافة إلى نقل البث التلفازي واستقباله بالنسبة لهما.

ثم جاءت الخطوة الثانية حين استخدمت الأقمار الصناعية في عملية استقبال البث التلفازي وعكسه، بالإضافة إلى نقل المكالمات بين جميع دول العالم، وقدرة تلك الأقمار على الاحتفاظ بالمعلومات التي ترسل إليها، لبثها في الوقت الذي يحددها، وبالاتجاه الذي يرسم لها.

وهكذا أصبحت مثل هذه الأقمار فاعلة، بعد أن كانت منفعلة، إذ عدا من المتعذر التقاط البث الصادر عنها، وإجراء الاتصالات عن طريقها، إلا إذا قامت الجهة التي أطلقت ذلك القمر بالسماح بذلك.

ومن أهم تلك الأقمار الفاعلة: القمر (تلستار) الذي أطلقت الولايات المتحدة يوم 10 تموز عام 1962م، والذي يتألف من كرة مزلعة يبلغ طول قطرها (88) سنتيمتراً، وتضم



الَّذِي أُرْسِلَ إِلَيْهِ الْقَمَرُ الصَّنَاعِيُّ (تِلْسْتَار - 1)، كَمَا كَانَا مُرَوِّدَيْنِ بِهِ (8000) خَلِيَّةٍ ضَوْئِيَّةٍ، مُقَابِلَ (3600) خَلِيَّةٍ ضَوْئِيَّةٍ كَانَ الْقَمَرُ تِلْسْتَار قَدْ زُوِّدَ بِهَا، وَهَذَا مَا أَعْطَاهُمَا قُوَّةَ بَثٍّ أَكْبَرَ.

وَقَدْ تَبَيَّنَ، لِكُنْيِ يَتِمَّ بَثٌّ وَاسْتِقْبَالٌ دَائِمَانِ بَيْنَ قَارَتَيْ أَمِيرِكَا الشَّمَالِيَّةِ وَأُورُوبَا، أَنَّهُ يَجِبُ وَضْعُ حَوَالِي 40 قَمَرًا صِنَاعِيًّا فِي الْفَضَاءِ، تَمُرُّ مَدَارَاتُهَا بِالْقُطْبَيْنِ، وَ15 قَمَرًا آخَرَ، تَمُرُّ مَدَارَاتُهَا فَوْقَ الْمِنْطَقَتَيْنِ الْإِسْتَوَائِيَّةِ وَالْمَدَارِيَّةِ. إِلَّا أَنَّهُ صُرِفَ النَّظَرُ عَنْ هَذِهِ الْخُطَّةِ الَّتِي يَتَطَلَّبُ تَنْفِيذُهَا نَفَقَاتٌ بَاهِظَةٌ، وَجُحُودًا مُضْنِيَّةً، وَبِخَاصَّةٍ أَنَّ مِثْلَ تِلْكَ الْأَقْمَارِ

بِمَقْدَارِ (400/1) مِنَ الدَّرَجَةِ لِيَنْقَطَعَ الْإِتِّصَالُ بَيْنَهُمَا.

وَمِنْ الْمَشَاكِلِ الَّتِي وَاجَهَتْ نَقْلَ الْبَثِّ الْإِذَاعِيِّ وَالتَّلْفَازِيِّ وَالْمُكَالِمَاتِ: أَنَّ الْقَمَرُ الصَّنَاعِيَّ، حِينَ يُتِمُّ دَوْرَتَهُ حَوْلَ الْأَرْضِ فِي مُدَّةٍ (90) دَقِيقَةً، كَانَ لَا يُرَى مِنَ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ وَأُورُوبَا، فِي آنٍ وَاحِدٍ، إِلَّا خِلَالَ (20 - 30) دَقِيقَةً، وَمَرَّتَيْنِ فَقَطْ فِي كُلِّ يَوْمٍ، بِسَبَبِ تَغْيِيرِ مَدَارِهِ، مِمَّا يَجْعَلُ الْإِسْتِفَادَةَ مِنْهُ مَحْدُودَةً جِدًّا.

لِذَا قَامَتِ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ بِإِطْلَاقِ الْقَمَرَيْنِ الصَّنَاعِيَّيْنِ (رِيلاي - 1) ثُمَّ (رِيلاي - 2) إِلَى ارْتِفَاعٍ أَكْبَرَ مِنَ الْارْتِفَاعِ



يمكن للأقمار الصناعية البث عبر المحطة إلى الشبكة الأرضية. أو مباشرة إلى منزلك





يَتَعَرَّضُ لِلتَّلَفِ بَعْدَ عَدَدٍ مِنَ السَّنِينَ، عِنْدَمَا تَأْخُذُ بِالاقْتِرَابِ شَيْئًا فَشَيْئًا مِنَ الْأَرْضِ، حَيْثُ تَدْخُلُ الْغُلَافَ الْغَازِي الَّذِي تَحْتَرِّقُهُ بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ عِنْدَ احْتِكَائِهَا بِهِ.

وَمَعَ اسْتِمْرَارِ الدِّرَاسَةِ حَوْلَ إِيجَادِ وَضْعِ جَدِيدٍ لِلْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ الَّتِي يُمَكِّنُهَا تَأْمِينُ بَثٍّ دَائِمٍ بَيْنَ أوروپَا وَأَمِيرِكَا وَبَقِيَّةِ قَارَاتِ الْعَالَمِ الْأُخْرَى، مَعَ تَفَادِي الْمَشَاكِلِ الَّتِي كَانَتْ تَقِفُ عَائِقًا فِي سَبِيلِ تَنْفِيذِ ذَلِكَ، تَمَّ التَّوَصُّلُ إِلَى أَنَّهُ إِذَا مَا وُضِعَتْ ثَلَاثَةُ أَقْمَارٍ صِنَاعِيَّةٍ فِي الْفَضَاءِ، عَلَى ارْتِفَاعِ (35700) كَم، وَعَلَى مَدَارَاتٍ دَائِرِيَّةٍ، فَوْقَ خَطِّ الاسْتَوَاءِ، وَكَانَتْ الْمَسَافَةُ بَيْنَهَا وَاحِدَةً، وَجُعِلَتْ سُرْعَةُ دَوْرَانِهَا حَوْلَ الْأَرْضِ كَسُرْعَةِ دَوْرَانِ الْأَرْضِ حَوْلَ نَفْسِهَا فِي يَوْمٍ نَجْمِيٍّ -

أَيَّ خِلَالَ (23) سَاعَةً وَ(56) دَقِيقَةً وَ(4) ثَوَانٍ - لِنَظَلَّ الْأَقْمَارُ قَائِمَةً فَوْقَ النِّقَاطِ الْأَرْضِيَّةِ الْقَائِمَةِ تَحْتِهَا، أَيَّ كَانَمَا جَرَى تَشْيِئُهَا فِي أَمَاكِنِهَا الْمُخَصَّصَةِ لَهَا فِي الْفَضَاءِ، أَمَكَّنَ عِنْدَهَا تَغْطِيَةَ سَطْحِ الْأَرْضِ كُلِّهِ بِالبَثِّ الَّذِي تَقُومُ بِهِ الدَّوْلَةُ الَّتِي تُنَفِّذُ هَذَا الْمَشْرُوعَ.

وَقَدْ أَجْرَتِ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ أَوَّلَ تَجْرِبَةٍ لَهَا مِنْ هَذَا النُّوعِ عِنْدَمَا أَطْلَقَتِ الْقَمَرَ الصَّنَاعِيَّ سِينَكومَ إِلَى ارْتِفَاعٍ يَزِيدُ عَلَى (3000) كَم فَوْقَ الْمُحِيطِ الْهَادِي، وَضَمَّنَ الشُّرُوطِ الَّتِي أَشْرْنَا إِلَيْهَا، وَعِنْدَهَا أَمَكَّنَ نَقْلَ بَرَامِجِ التَّلْفَازِ الْمَبَثَّةِ فِي الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ إِلَى الْيَابَانِ وَبِالْعَكْسِ.

وَعِنْدَمَا جُرِّبَتِ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ، فِي مَجَالِ الْإِتِّصَالَاتِ اللَّاسْلِكِيَّةِ، بَيْنَ الْأَفْرَادِ وَالْهَيَّاتِ وَالشَّرِكَاتِ، أَثْبَتَتْ نَجَاحَهَا فِي هَذَا الْمِضْمَارِ، حَيْثُ أَمَكَّنَ تَأْمِينُ (300) مُكَالِمَةٍ مَعًا،

سَيَكُونُ لِلْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ لِإِتِّصَالَاتٍ خِلَالَ هَذَا الْقَرْنِ هَوَاتِيَانِ مَبْنِيَانِ عَلَى صَنَيْفَاتٍ مُنْطَوِّرةٍ، تُمَثِّلُ أَشْكَالًا أَسَاسِيَّةً فِي هَذَا الْمِثَالِ. وَسُتُخْدَمُ هَذِهِ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ لِإِرْسَالِ وَاسْتِقْبَالِ إِشَارَاتٍ فِي عِدَّةِ حِزْمِ شِعَاعِيَّةِ نَقْطِيَّةٍ. وَتُؤَمِّنُ الْأَلْوَحُ الشَّمْسِيَّةُ الطَّاقَةَ لِلْأَجْهَازِ الْإِلِكْتُرُونِيَّةِ الْمَحْمُولَةِ، بِمَا فِي ذَلِكَ الْمَعَالِجَاتِ الْقَوِيَّةِ الَّتِي تَتَحَكَّمُ فِي الْهَوَاتِيَاتِ وَتَتَعَامَلُ مَعَ آلَافِ الْوَصَلَاتِ الصُّوتِيَّةِ وَالرَّقْمِيَّةِ الْمُنْفَصِلَةِ، وَهَذَا الْقَمَرُ الصَّنْعِيُّ مَوْجُودٌ فِي مَدَارِ الْأَرْضِ الْمُتَوَسِّطِ، عَلَى ارْتِفَاعٍ يَقَارِبُ (10300) كَم.

بِوَسَاطَةِ قَمَرٍ صِنَاعِيٍّ وَاحِدٍ. ثُمَّ طُوِّرَتْ تِلْكَ الْأَقْمَارُ بِحَيْثُ أَصْبَحَ يُنْقَلُ عَنْ طَرِيقِهَا، بَيْنَ دَوْلِ الْعَالَمِ الْمُخْتَلِفَةِ، صُورٌ عَنِ الصُّحُفِ وَالْمَجَلَّاتِ وَالْكِتَابِ.

### الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ الْعَرَبِيَّةُ

فِي عَامِ 1967م، عُقِدَ فِي مَدِينَةِ بَنْزَرْتِ، فِي جُمْهُورِيَّةِ تُونِسَ، مُؤْتَمَرٌ لِرُؤَسَاءِ الْإِعْلَامِ الْعَرَبِ. وَفِي هَذَا الْمُوْتَمَرِ طُرِحَتْ فِكْرَةُ التَّعَاوُنِ الْإِعْلَامِيِّ بَيْنَ الْبِلَادِ الْعَرَبِيَّةِ، وَلَمْ يَكُنْ



1984م.

وفي يوم الجمعة 8 شباط عام 1985م، تم إطلاق أول قمر صناعي عربي إلى الفضاء باسم (عربسات)، في نفس الوقت الذي أُطلق فيه القمر الصناعي البرازيلي (برازيل - سات)، بواسطة الصاروخ الأميركي (ايربان - 12) الذي قام بحملهما إلى مداريهما. وقد بلغت تكاليف إطلاق عربسات، باستثناء تكاليف صنعه، مقدار (23) مليون دولار.

وفي عام 1986م، أُطلق القمر العربي الثاني (عربسات - 2) بواسطة مركبة الفضاء كولومبيا التي حملته إلى مداره، وعلى متنها، إلى جانب رواد الفضاء الأميركيين، الأمير السعودي سلطان بن سلمان بن عبد العزيز بن سعود الذي أشرف على العملية وشارك فيها.

ولم تتم الاستفادة الكاملة من القمرين العربيين، بالنسبة لأكثر بلاد الوطن العربي، لأنها لم تستكمل إقامة المنشآت التي تساعد على تحقيق اتصال بينها وبين هذين القمرين الصناعيين اللذين أعدا ليُقوما بنقل المكالمات، والبث التلفزيوني، ونقل ما تضمه الصحف والمجلات والكتب، بالإضافة إلى نقلهما برامج تضم دراسات جامعية مسائية، يستفيد منها الطلاب الذين تعجز الجامعات عن ضمهم إليها.

ويُشرف على عربسات مسؤولون مختصون من المملكة العربية السعودية، يعملون في المحطة الأرضية للمراقبة، والمقامة في ديراب قرب العاصمة الرياض، بالإضافة إلى محطة أخرى للمراقبة، مقامة في تونس.

وقد قامت بإنشاء هذين المركزين شركة (NEC) اليابانية، التي اشتركت مع مركز دراسات الفضاء الفرنسي في تدريب الخبراء العرب الذين أوكل إليهم أمر إدارة المحطتين الأرضيتين لمراقبة الأقمار الصناعية.

التفكير يومها قد اتجه لإطلاق قمر صناعي عربي. إلا أن زيادة النشاط التجاري، واتساع دائرة العلاقات الاقتصادية والإعلامية بين البلاد العربية في الدرجة الأولى، ثم بينها وبين دول العالم المختلفة من جهة أخرى، وذلك بعد عام 1973م، وجهاً الأنظار إلى ضرورة زيادة إمكانية الاتصالات السلكية واللاسلكية، إذ لم يكن في الوطن العربي، يومها، أكثر من (545) دائرة هاتف.

وما إن أطل عام 1976م، حتى بلغ عدد تلك الدوائر (1616) دائرة، ثم ارتفع عددها في عام 1980م، إلى أكثر من (2500) دائرة.

وعلى الرغم من هذا التطور الملحوظ في عدد تلك الدوائر، فقد ظلت مقصرة أمام الحاجة الملحة إلى إجراء اتصالات، محلية ودولية، على نطاق أوسع. لذا اتجه التفكير جدياً نحو إطلاق قمر صناعي عربي إلى الفضاء تحت اسم (عربسات)، يستطيع أن يقدم خدماته لجميع البلاد العربية وما يجاورها، بالإضافة إلى دول القارة الأوروبية، إذ يمكنه أن يغطي بينه مناطق تمتد على مسافة (8100) كم بين شرق وغرب، وعلى مسافة (4400) كم بين شمال وجنوب. وهكذا قامت المنظمة العربية للاتصالات عبر الأقمار

الصناعية، وبالتعاون مع شركة (كومسات) الأميركية، في عام 1977م، بتوقيع عقد مع فرنسا لصنع 3 أقمار صناعية بكلفة (143) مليون دولار لكل قمر، على أن تُجز تلك الأقمار عام



الأمير سلطان وزملاؤه يجرون بعض التجارب في الفضاء



## الأقمار الصناعية المُتَجَسِّسَة

إذا تركنا جانباً التجسس الذي يقوم به حتى اليوم جواسيس مدربون ومبشرون في شتى أنحاء العالم، نجد أن الطائرة قد استفيد منها في مجالات التجسس التي لا يستطيع الأفراد النفوذ إليها، أو الإحاطة بها، لذا أُعدت طائرات تجسس زودت بمعدات خاصة تجعلها قادرة على التحليق إلى ارتفاعات عالية، وبسرعة كبيرة، بالإضافة إلى آلات تصوير على غاية من الدقة، تستطيع، والطائرة على مثل تلك الارتفاعات العالية، أن تقدم صوراً دقيقة وواضحة كل الوضوح.

وعندما أصبحت وسائل الدفاع الجوي قادرة على إسقاط مثل تلك الطائرات، وأسر طيارها في أكثر الأحيان، والحصول منه على معلومات تُضر بمصالح الدولة التي ينتمي إليها، تم اختراع طائرة تجسس تطير بتوجيه راداري من مركز مراقبة أرضي، ودُعيت (UT2). إلا أن الدول طورت وسائل دفاعها الجوية، بحيث أصبحت قادرة على إسقاط مثل هذا النوع من الطائرات، بمساعدة أجهزة رادارية متطورة.

وعندها فكرت الولايات المتحدة، وكذلك الاتحاد السوفييتي، في صنع أقمار صناعية خاصة بالتجسس، وتبعها في هذا المجال عدد من الدول الأخرى.

وتعتبر مثل هذه الأقمار من أفضل وسائل التجسس، لبُعدها عن دائرة الرصد الراداري وعن مرمى الأسلحة

الأرضية المضادة للطائرات، بالإضافة إلى القدرة الفائقة التي تتمتع بها أجهزة الرصد والتطوير التي زودت بها، كما تتميز بأنها تظل تعمل لسنين طويلة، مما يساعد على متابعة جميع التغيرات والتطورات التي تطرأ على الأهداف الموضوعه تحت المراقبة، والتي يرسل القمر معلوماته حولها، أولاً بأول، بواسطة شارات تبث وفق رموز سرية خاصة، وصورة على غاية من الدقة والوضوح، لدرجة أنها إذا ما كُبِّرَت، أمكن من خلالها التعرف على لون عيون الشخص الذي تكون قد مرت فوقه، وهو ينظر إلى السماء، عندما التقطت صورة للمكان الذي كان فيه.

وقد زودت هذه الأقمار بآلات تصوير مزودة برقائق من أسرطة التصوير التي تتأثر بالأشعة تحت الحمراء، أي الأشعة الحاملة للحرارة، مما يعطيها القدرة على التصوير الليلي للآليات المتحركة أو للمصانع الحربية العاملة التي غالباً ما تقام في مخايب سرية أو في مناطق مموهة.

وأهم من هذا كله، أنها تنقل باستمرار صورة كاملة لساحة المعارك أثناء الحروب، بما في ذلك تحركات الجنود والآليات، والتطورات التي تستجد باستمرار على أرض المعركة، والإمدادات التي تنقل، مع الكشف عن طبيعتها، ومصدرها، والجهات التي ترسل إليها.

وبالمقابل، فإن كلاً من الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي، يعد الخطط والوسائل الكفيلة بتصديد مثل تلك الأقمار المعادية، وتدميرها عن طريق أسعة ليزر وغيرها.

وهناك خطط متطورة لدى الدولتين المذكورتين لأسر تلك الأقمار المعادية، إذا أمكن، عن طريق مركبات فضاء زودت بأذرع طويلة لها مقابض ضخمة، تستطيع القبض على القمر الصناعي، وقطره إلى المركبة، ثم النزول به إلى الأرض.

كما يعد خبراء فضاء ينطلقون من المركبة الفضائية لتصيّد

قام الأمريكان في عام 1963 بإطلاق سلسلة من الأقمار الصناعية شنت بالفيلا هوبل أو "دوتشمان" والتي حملت معدات فضائية لمراقبة الإحصاءات الصحية واختبارات الأسلحة النووية بشكل خاص في حين بدأ الروس في الوقت ذاته بناء سلسلة القمر "كوسموس" للتصدي على الوسائل الاستراتيجية حول العالم.



تم الكشف عن الصور الفوتوغرافية للأقمار الروسية كوسموس فقط بعد سنوات عديدة من توقفها عن العمل



خُصُوبَتِهَا أَوْ جَفَافِهَا أَوْ مُلُوحَتِهَا، وَأَنْوَاعِ النَّبَاتَاتِ الَّتِي تَغْطِي سَطْحَ الْأَرْضِ. كَمَا يُمَكِّنُهَا الْكَشْفُ عَنِ الْمِيَاهِ السَّطْحِيَّةِ، وَعَنْ مَدَى رُطُوبَةِ الْأَرْضِ، وَعَنِ الْمَنَاطِقِ الَّتِي يُحْتَمَلُ وُجُودُ مِيَاهِ بَاطِنِيَّةٍ فِيهَا. كَمَا تَكْشِفُ عَنْ تَرْكِيبِ مِيَاهِ الْمُحِيطَاتِ وَالْبَحَارِ وَالْبُحَيْرَاتِ وَالْأَنْهَارِ، وَعَنِ الْأَمْلَاحِ الْمُخْتَلِفَةِ الْمُنْحَلَّةِ فِيهَا، وَعَنْ مَنَاطِقِ تَجَمُّعِ الْأَسْمَاكِ وَالْحَيْتَانِ، وَالْمَسَالِكِ الَّتِي تَتَّبِعُهَا أَنْثَاءُ هِجْرَتِهَا. وَتَكْشِفُ أَيْضاً عَنِ الْحَرَائِقِ وَعَمَلِيَّاتِ الْقَطْعِ الَّتِي تَتَعَرَّضُ لَهَا الْغَابَاتُ، وَبِخَاصَّةِ الْأَذْغَالِ الْإِسْتَوَائِيَّةِ الَّتِي يَصْعُبُ التَّنْفُذُ إِلَيْهَا لِلتَّعَرُّفِ إِلَى مَا يَجْرِي فِيهَا.

وَتُحَدِّدُ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ بوضوح مَوَاطِنَ الْجَلِيدِ وَالثَّلُوجِ، وَالرُّقْعَةَ الَّتِي تَشْغُلُهَا، وَمَدَى اتِّسَاعِ تِلْكَ الرُّقْعَةِ، أَوْ انْحِسَارِهَا. وَتُنَبِّهُ إِلَى الْفَيْضَانَاتِ النَّاتِجَةِ عَنِ الْأَعَاصِيرِ، أَوْ عَنْ ذَوْبَانٍ مُفَاجِئٍ لِلثَّلُوجِ أَوْ الْجُمْودِيَّاتِ، أَوْ عَنْ هُطُولِ أَمْطَارٍ غَزِيرَةٍ.

وَيُمَكِّنُهَا الْكَشْفُ أَيْضاً عَنِ التَّشَقُّقَاتِ الَّتِي تُصِيبُ السُّدُودَ، وَحَضَرَ نَقَاطِ الضَّغْفِ فِي هَيَاكِلِهَا، لِتَلَاْفِي أَمْرٍ أَنْهِيَارِهَا. كَمَا تَسْتَطِيعُ الْكَشْفُ عَنِ الْفِلِزَّاتِ الْمَعْدِنِيَّةِ، وَالثَّرَوَاتِ الْأُخْرَى الطَّبِيعِيَّةِ الْمَوْجُودَةِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ، أَوْ الْقَائِمَةِ تَحْتَ ذَلِكَ السَّطْحِ عَلَى عُمُقٍ مُتَرْتِنٍ.

وَقَدْ تَمَكَّنَتِ الْهِنْدُ، بِوَسَاطَةِ قَمَرِهَا الصَّنَاعِيِّ الثَّلَاثِ (روهيني)، مِنْ الْكَشْفِ عَنْ مَكَامِنِ الْمَاسِ وَالْعَقِيقِ الْأَحْمَرِ فِي وِلَايَةِ اندرابراديش الواقعة فِي شَمَالِ غَرْبِ الْهِنْدِ، وَالْمَتَاخِمَةِ لِدَوْلَةِ نِيپَال.

وَتَسْتَطِيعُ أَقْمَارُ الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّتِيِّ الصَّنَاعِيَّةِ أَنْ تُؤَمِّنَ صُوراً وَاضِحَةً فِي مَجَالِ الْمَسْحِ لِرُقْعَةٍ لَا تَتَجَاوَزُ مِسَاحَتَهَا مُتَرْتِنٍ مُرَبَّعَيْنِ. أَمَّا الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ الْفَرَنْسِيَّةُ، فَلَا تَكُونُ صُورَهَا وَاضِحَةً إِلَّا عِنْدَمَا تُصَوِّرُ مِنْطَقَةً لَا تَقِلُّ مِسَاحَةُ سَطْحِهَا عَنْ (10) أَمْتَارٍ مُرَبَّعَةٍ. بَيْنَمَا لَا تُقَدِّمُ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ

الْقَمَرِ، وَجَرَّهُ إِلَى الْمَرْكَبَةِ. وَقَدْ أُعِدَّتْ لَهُمْ دَرَجَاتُ نَارِيَّةٍ فَضَائِيَّةٌ تُمَكِّنُهُمْ مِنَ الْإِتِّجَاهِ نَحْوَ الْقَمَرِ، لِلْقَبْضِ عَلَيْهِ، وَالْعُودَةِ بِهِ إِلَى الْمَرْكَبَةِ بِسُرْعَةٍ وَأَمَانٍ. وَقَدْ أُجْرِيَتْ تَجَارِبُ نَاجِحَةٌ مِنْ قِبَلِ الدَّوْلَتَيْنِ السُّوفِيَّتِيَّةِ وَالْأَمِيرِكِيَّةِ حَوْلَ ذَلِكَ.

### الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ وَالِاسْتِشْعَارُ عَنْ بُعْدٍ

بَدَأَتْ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ تَلْعَبُ دَوْرًا كَبِيرًا فِي الْكَشْفِ عَنْ ثُرَوَاتِ الْأَرْضِ الطَّبِيعِيَّةِ، بَعْدَ أَنْ رُوِّدَتْ بِالْأَجْهَرَةِ الرَّادَارِيَّةِ، وَبِالْآلَاتِ التَّصَوِيرِ الْحَسَّاسَةِ.

وَفِي طَلِيعَةِ مَا تَكْشِفُ عَنْهُ: نَوْعِيَّةُ التُّرْبَةِ، وَمَدَى

#### الاستشعار عن بُعد

تبيّن صور المسح تكوين الصخور والتشققات الموجودة في سطح الأرض، والتي قد تحتوي على مخدّرات من الفحم، النفط، أو أي معادن ثمينة. تدعى عملية جمع المعلومات هذه من مسافة بعيدة بالاستشعار عن بُعد. تظهر بعض الصور ودياناً ضيقة مع أنهر سريعة الجريان حيث يمكن بناء سدود لتوليد الطاقة الكهربائية المائية.



شبكة الطرق في مدينة شيكاغو كما تبدو من الفضاء

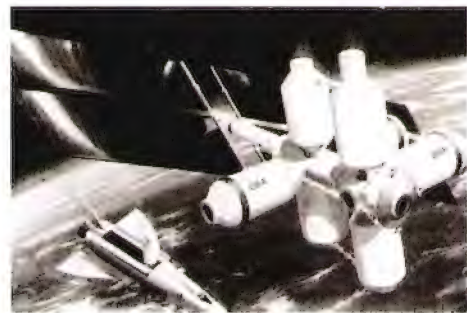
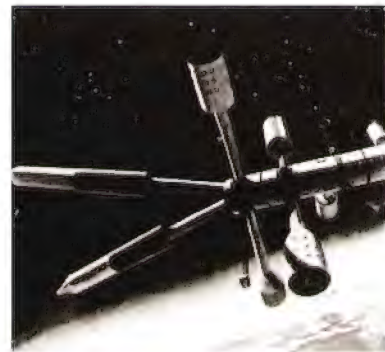


الأميركية صوراً واضحة إلا للمناطق التي تكون مساحتها في حدود (30) متراً مربعاً فأكثر.

### مُعَسْكَرُ الْفَضَاءِ

لَمْ تَكُنْ الدَّوَاغِعُ لِصُنْعِ الصَّوَارِيخِ وَالْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ دَوَاغِعَ إِنْسَانِيَّةٍ فَقَطْ، تَهْدِفُ إِلَى رَفْعِ مُسْتَوَى الْبَشَرِ عِلْمِيًّا وَاقْتِصَادِيًّا، وَإِلَى تَجْنِيهِهِ الْكَوَارِثَ الطَّبِيعِيَّةَ، وَإِنَّمَا كَانَ هُنَاكَ مُنْذُ الْبِدَايَةِ، إِلَى جَانِبِ ذَلِكَ كُلِّهِ، تَخْطِيطُ بِرُمِي إِلَى الْإِسْتِفَادَةِ مِنَ الصَّوَارِيخِ وَالْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ فِي الْمَجَالِ الْعَسْكَرِيِّ كَأَدَوَاتٍ فَعَّالَةٍ، شَدِيدَةِ الْفَنَكِ وَالْدَّمَارِ، وَسَرِيعَةِ النَّتَاجِ. وَقَدْ أَفْصَحَ عَنْ ذَلِكَ الْعَدِيدُ مِنَ الْخُبَرَاءِ الْعَسْكَرِيِّينَ وَالْعُلَمَاءِ وَقَادَةِ الدُّوَلِ فِي مُنَاسَبَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ.

فَمُنْذُ عَامِ 1958م، وَعَلَى أَثَرِ الْإِحْتِجَاجَاتِ وَالْإِنْتِقَادَاتِ الَّتِي أَخَذَ يُطْلِقُهَا قِسْمٌ كَبِيرٌ مِنْ سُكَّانِ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ وَبَعْضُ الْمُسْؤُولِينَ فِيهَا، وَالَّتِي كَانَتْ تَسْتَهْدِفُ ضَخَامَةَ التَّفَقَّاتِ الَّتِي كَانَتْ تُخَصِّصُهَا الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ لِلِاسْتِمْرَارِ



مخطط قاعدة فضائية كبيرة لمهمات عسكرية في الفضاء

فِي أَبْحَاثِ الْفَضَاءِ وَتَجَارِبِ إِطْلَاقِ الصَّوَارِيخِ وَالْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ، صَرَّحَ الْجِنَرَالُ الْأَمِيرِكِيُّ هُوْفِرُ أ. بوشي قائلاً: "إِنَّمَا لَا نَتَسَابَقُ مَعَ الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيْتِي فِي سَبِيلِ التَّفَوُّقِ فِي مَيْدَانِ الصَّوَارِيخِ الْعَابِرَةِ لِلْقَارَاتِ فَقَطْ، وَإِنَّمَا نَتَسَابَقُ مَعَهُ فِي مَجَالِ السَّيْطَرَةِ عَلَى الْعَالَمِ أَيْضاً. وَسَيَكْشِفُ الْمُسْتَقْبَلُ الْقَرِيبُ كَيْفَ أَنَّ السَّيْطَرَةَ عَلَى الْفَضَاءِ سَتَكُونُ الْوَسِيلَةَ لِلْسَّيْطَرَةِ عَلَى الْأَرْضِ؛ وَلِهَذَا يَجِبُ عَلَيْنَا أَنْ نَتَفَوَّقَ فِي جَمِيعِ مَجَالَاتِ قُوَانَا الْجَوِّيَّةِ وَالْفَضَائِيَّةِ، وَأَنْ تَكُونَ جَمِيعُ الْبَرَامِجِ وَالْمُخَطَّطَاتِ الْعَسْكَرِيَّةِ مُتَطَلِّعَةً إِلَى ذَلِكَ الْهَدَفِ، وَمُتَقَيِّدَةً بِهِ".

وَمِنْ ذَلِكَ، مَا جَاءَ عَلَى لِسَانِ الْجِنَرَالِ الْفَرَنْسِيِّ غِيرَان، رَئِيسُ جَمْعِيَّةِ النِّشَاطِ الْعِلْمِيِّ لِلدَّفَاعِ الْقَوْمِيِّ، قَوْلُهُ فِي عَامِ 1960م: "لَا أَشُكُّ فِي أَنَّ الْإِسْتِفَادَةَ مِنَ الْفَضَاءِ فِي الْمَجَالِ الْعَسْكَرِيِّ أَمْرٌ مَحْتَوَمٌ، وَسَتَقَامُ فِيهِ أَقْمَارٌ صِنَاعِيَّةٌ، وَمَخَطَّاتُ فَضَاءٍ لِلْمُرَاقَبَةِ، وَمَخَطَّاتُ يُمَكِّنُ اسْتِخْدَامَهَا كَقَاعِدَةٍ لِإِطْلَاقِ الصَّوَارِيخِ، وَسَتَكُونُ الْمَعْرَكَةُ مِنْ أَجْلِ السَّيْطَرَةِ عَلَى الْفَضَاءِ حَادَّةً، لِأَنَّ مَنْ يَسْتَطِيعُ فَرَضَ سِيَادَتِهِ عَلَيْهِ، هُوَ الَّذِي يَسْتَطِيعُ فَرَضَ سِيَادَتِهِ عَلَى الْعَالَمِ كُلِّهِ". وَحَتَّى قَبْلَ أَنْ يُصْبِحَ جُونسونَ رَئِيساً لِلْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ الْأَمِيرِكِيَّةِ، صَرَّحَ قَائِلاً:

"إِنَّ مَعَارِكَ الْغَدِ لَنْ تَكُونَ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ فِي الْبِدَايَةِ، وَإِنَّمَا سَيَبْدَأُ أَنْدِلَاعُهَا فِي الْفَضَاءِ".

وَصَحِيحٌ أَنَّ تَطْوِيرَ الصَّوَارِيخِ، مِنْ حَيْثُ الطُّولُ وَزِيَادَةُ الْوِزْنِ، جَاءَ لِإِصْصَالِ أَقْمَارٍ صِنَاعِيَّةٍ إِلَى مَدَارَاتٍ مُرْتَفِعَةٍ، وَلِيُوصَلَ أَجْهَزَةً وَرِجَالَ فَضَاءٍ إِلَى الْقَمَرِ، وَلَكِنَّ هَذَا التَّطْوِيرَ إِنَّمَا يَعْنِي زِيَادَةَ فَاعِلِيَّةِ الصَّوَارِيخِ كَيْ تَسْتَطِيعَ قَطْعَ مَسَافَاتٍ أَكْبَرَ، وَحَمْلَ شُحُنَاتٍ مُدْمِرَةٍ أَثْقَل. وَقَدْ كَشَفَتِ الْأَحْدَاثُ، فِيمَا بَعْدُ، صِدْقَ تِلْكَ التَّضَرُّيحاتِ وَالتَّوَقُّعَاتِ، فَمِنْ ذَلِكَ:

- إِنَّ صَارُوخَ أَطْلَسَ، الَّذِي يَزِيدُ طُولُهُ عَلَى (26) مِثْرًا، وَيَبْلُغُ وَزْنُهُ عِنْدَ إِطْلَاقِهِ (120) طَنًا، زَوَّدَتْ بِهِ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ



الْقَنَابِلِ رَاجِعٌ إِلَى عَدَمِ كَفَاءَتِهَا حَتَّى الْيَوْمِ فِي الْوُصُولِ إِلَى أَهْدَافِهَا بِدَقَّةٍ؛ وَلَأنَّ أَقْلَ خَطَأٍ فِي تَوَجُّهِهَا، وَلَوْ كَانَ لَا يَزِيدُ عَلَى عِدَّةِ أَجْزَاءٍ مِنْ (100) جُزْءٍ مِنَ الدَّرَجَةِ، قَدْ يَحْرِفُ الْقَمَرُ عَنْ وَجْهِهِ، فَيُصِيبُ دَوْلَةً صَدِيقَةً أَوْ مُحَايِدَةً، بَدَلًا مِنْ إِصَابَةِ الْهَدَفِ الْمُعَادِي الْمَوْجَّهِ إِلَيْهِ.

وَمَعَ أَنَّ تَرْوِيدَ الصَّوَارِيخِ بِرُؤُوسِ نَوَوِيَّةٍ هُوَ أَقْلُ كُلْفَةٍ بِكَثِيرٍ مِنْ تَرْوِيدِ الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ بِمِثْلِ تِلْكَ الرُّؤُوسِ، فَإِنَّ الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةَ وَالْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّتِي يُخَطِّطَانِ لِإِسْتِخْدَامِ الْأَقْمَارِ فِي هَذَا الْمَجَالِ، لِمَا تَتَّصِفُ بِهِ مِنْ حَرَكَةٍ سَرِيعَةٍ، وَارْتِفَاعٍ كَبِيرٍ فِي الْفَضَاءِ، وَتَغْيِيرٍ مُسْتَمِرٍّ لِمَدَارِهَا، مِمَّا يَجْعَلُهَا بَعِيدَةً عَنْ مُتَنَاوِلِ الْأَسْلِحَةِ الْمُدْمِرَةِ الدَّفَاعِيَّةِ الَّتِي قَدْ لَا تَنْجُو مِنْهَا الصَّوَارِيخُ. بِالإِضَافَةِ إِلَى اِحْتِمَالِ تَعَرُّضِ الصَّوَارِيخِ لِلتَّذْمِيرِ قَبْلَ إِطْلَاقِهَا مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ، عَلَى الرَّغْمِ مِنْ أَنَّهَا مُقَامَةٌ فِي أَبْرَاجِ إِسْمَنْيَّةِ ضَخْمَةٍ، مَخْفِيَّةٍ تَحْتَ الْأَرْضِ عَلَى عُمُقٍ يَزِيدُ أحيانًا عَلَى (26) مِثْرًا، وَلَمْزَبَضٍ كُلِّ صَارُوخٍ تَحْتَ الْأَرْضِ، غِطَاءً يَزِيدُ وَزْنَهُ عَلَى (10) أَطْنَانٍ، يُفْتَحُ أَلْيَا، وَيَسْرَعُ كَبِيرَةً، عِنْدَ انْطِلَاقِ الصَّارُوخِ.

وَتَعْمَلُ الصَّوَارِيخُ، الَّتِي أُقِيمَتْ فِي هَذِهِ الْمَرَابِضِ الْمُخْفِيَّةِ، بِالْقُوَدِ الصُّلْبِ الَّذِي يُعْطِيهَا، مُنْذُ اللَّحْظَةِ الْأُولَى، دَفْعًا كَبِيرًا، وَسُرْعَةً خَاطِطَةً، مِمَّا دَعَا إِلَى تَسْمِيَّتِهَا (الصَّوَارِيخُ بَنَاتِ الدَّقِيقَةِ).

وَتَقُومُ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ، وَكَذَلِكَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّتِي، بِصُنْعِ نَوْعَيْنِ مِنَ الْأَسْلِحَةِ فِي آنٍ وَاحِدٍ، أَوَّلُهُمَا السَّلَاحُ الرَّادِعُ وَهُوَ سِلَاحٌ مُعَدٌّ لِإِغْتِرَاضِ قُوَى التَّذْمِيرِ الْمَوْجَّهَةِ مِنَ الدَّوْلَةِ الْمُعَادِيَةِ، لِيَقُومَ بِتَذْمِيرِهَا قَبْلَ بُلُوغِهَا أَهْدَافَهَا؛ وَالثَّانِي سِلَاحٌ التَّذْمِيرِ الشَّامِلِ وَلَا يُسْتَعْدَمُ إِلَّا حِينَ يَفْقِدُ الطَّرْفُ الْمُهَاجِمُ قُوَّتَهُ الَّتِي دَمَّرَهَا السَّلَاحُ الرَّادِعُ.

وَمِنْ أَجْلِ هَذَا، يَسْعَى الطَّرَفَانِ إِلَى إِيجَادِ مَرَاكِزِ

(13) كَتَيْبَةٍ مِنْ كِتَابِ قُوَّاتِهَا الْمُسَلَّحَةِ الْمَوْزَعَةِ عَلَى (11) قَاعِدَةٍ عَشَكْرِيَّةٍ، عِلْمًا بِأَنَّهُ يَسْتَطِيعُ حَمْلُ رَأْسِ نَوَوِيٍّ، تَبْلُغُ طَاقَةُ تَفْجِيرِهِ (3 مِغَا طُن)، إِلَى مَسَافَةٍ تَزِيدُ عَلَى (1800) كَم.

• كَمَا أَنَّ صَارُوخَ تِينَانِ، الَّذِي يَتَجَاوَزُ طُولَهُ (30) مِثْرًا، وَالْمَرْوَدَ بِرَأْسِ نَوَوِيٍّ، يُمْكِنُ إِيْصَالُهُ إِلَى مَسَافَةٍ (20) أَلْفَ كِيلُومِثْرٍ، عِلْمًا بِأَنَّ رَأْسَهُ النَّوَوِيَّ تَبْلُغُ طَاقَةُ تَفْجِيرِهِ النَّوَوِيَّةِ (5) مِغَا طُن.

• وَالصَّارُوخُ الَّذِي يَفُوقُ الصَّارُوخَيْنِ السَّابِقَيْنِ، وَهُوَ صَارُوخُ (ساتورن - 5) الَّذِي يَبْلُغُ طُولَهُ (111) مِثْرًا، وَيَبْرُنُ عِنْدَ إِطْلَاقِهِ أَكْثَرَ مِنْ (2700 طُن)، اسْتَطَاعَ بِمَرَاكِحِهِ الْمُتَعَدِّدَةِ، قَطْعَ مَسَافَةٍ 350 أَلْفَ كِيلُومِثْرٍ تَقْرِيبًا، حِينَ أَوْصَلَ رُؤَادَ الْفَضَاءِ إِلَى مَدَارِ حَوْلِ الْقَمَرِ بِمَرَكَبَتِهِمْ (أبوللو - 11).

وَيَقُومُ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّتِي بِتَطْوِيرِ صَوَارِيخِهِ، لِيُظَلَّ مُحَافِظًا عَلَى تَفَوُّقِهِ، فِي هَذَا الْمَجَالِ، عَلَى الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ.

وَمِنْ أَحْدَثِ الصَّوَارِيخِ السُّوفِيَّتِيَّةِ الصَّارُوخُ (انيرغيا) الَّذِي يَتَأَلَّفُ مِنْ مَرَحِلَتَيْنِ، وَتَفُوقُ قُدْرَتُهُ قُدْرَةَ الصَّارُوخِ الْأَمِيرِكِيِّ (ساتورن - 5) ذِي الْمَرَاكِحِ الثَّلَاثَةِ، مَعَ أَنَّ طُولَهُ لَا يَزِيدُ عَلَى (70) مِثْرًا.

وَيَسْتَطِيعُ الصَّارُوخُ (انيرغيا) أَنْ يَحْمِلَ مَعَهُ إِلَى الْفَضَاءِ الْخَارِجِيِّ مَا زِنْتُهُ (110) أَطْنَانٍ مُقَابِلَ (45) طَنَا هِيَ حُمُولَةُ الصَّارُوخِ (ساتورن - 5).

وَمِنْ الْمُعْتَقَدِ أَنَّ الْأَقْمَارَ الصَّنَاعِيَّةَ الَّتِي تَدُورُ حَوْلَ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ الْيَوْمَ، لَيْسَتْ مِنَ النَّوْعِ الْمُحْمَلِ بِالْقَنَابِلِ النَّوَوِيَّةِ؛ إِلَّا أَنَّهُ مُنْذُ أَنَّ أَمَكْنَ وَضَعَ الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ (فوستوك - 1) فِي مَدَارٍ فَضَائِيٍّ يَوْمَ 12 نَيْسَانَ عَامَ 1961م، وَبَوَازِنِ قُدْرُهُ (5) أَطْنَانٍ، سَادَ الْإِعْتِقَادُ بِأَنَّ مِثْلَ تِلْكَ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ قَدْ أَصْبَحَتْ مُؤَهَّلَةً لِحَمْلِ الْقَنَابِلِ النَّوَوِيَّةِ.

وَيَبْدُو أَنَّ التَّأَخَّرَ فِي تَرْوِيدِ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ بِمِثْلِ تِلْكَ



التَّلْفَازِ الْمُتَّصِلَةِ بِذَلِكَ الرَّادَارِ .

(3) جَعَلَهَا صَغِيرَةً الْحَجْمِ، أَوْ إِعْطَانَهَا شَكْلًا هَنْدَسِيًّا يَجْعَلُ مَظْهَرَهَا يَبْدُو صَغِيرًا، بِحَيْثُ يَعْجَزُ الرَّادَارُ عَنْ كَشْفِهَا وَهِيَ عَلَى ارْتِفَاعَاتٍ كَبِيرَةٍ .

(4) إِطْلَاقِ عَدَدٍ كَبِيرٍ مِنَ الْأَجْرَامِ الَّتِي لَهَا شَكْلُ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ، مِمَّا يَجْعَلُ التَّمْيِيزَ بَيْنَ الْقَمَرِ الصَّحِيحِ وَالْقَمَرِ الْكَاذِبِ أَمْرًا صَعْبًا . وَبِمَا أَنَّ تَدْمِيرَ قَمَرٍ صِنَاعِيٍّ وَاحِدٍ يَحْتَاجُ إِلَى اسْتِخْدَامِ حَوَالِي (200) قَذِيفَةٍ صَارُوخِيَّةٍ لِقَطْعِ الطَّرِيقِ عَلَيْهِ وَإِصَابَتِهِ، فَإِنَّ التَّكَالِيفَ الْبَاهِظَةَ لِهَذِهِ الْعَمَلِيَّةِ قَدْ تَحُولُ دُونَ اسْتِخْدَامِهَا .

(5) جَعَلَ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ تُغَيِّرُ مَدَارَاتِهَا بِاسْتِمْرَارٍ، مِمَّا يَجْعَلُ تَوَجِيهَ الضَّرْبَةِ لَهَا أَمْرًا عَلَى غَايَةِ مِنَ الصُّعُوبَةِ .

وَنَظَرًا لِلخُطُورَةِ الَّتِي بَدَأَتْ تُقَرَّرُ أَبْعَادُهَا كِلْتَا الدَّوْلَتَيْنِ الْمُتَنَافِسَتَيْنِ، إِذَا مَا تَمَّ تَحْمِيلُ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ بِقَنَابِلِ نَوَوِيَّةٍ، فَقَدْ جَرَى فِي السَّنِينَ الْأَخِيرَةِ عَدَدٌ مِنَ الْإِتِّصَالَاتِ وَاللِّقَاءَاتِ بَيْنَ رَئِيسِي الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ وَالْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيِّ لِتَبْيِيدِ الْمَخَافِ الَّتِي سَبَّبَتْهَا الْحَرْبُ الْبَارِدَةُ الَّتِي طَالَ أَمْدُهَا بَيْنَ الدَّوْلَتَيْنِ، وَالَّتِي كَانَ يُخْشَى أَنْ تَتَحَوَّلَ، فِي وَقْتٍ مَا، إِلَى حَرْبٍ سَاحَتِيَّةٍ مُدْمِرَةٍ، غَيْرِ مَأْمُونَةِ الْعَوَاقِبِ لِلطَّرَفَيْنِ الْمُتَحَارِبَيْنِ مَعًا .

وَكَانَ مِنْ نَتِيجَةِ تِلْكَ اللَّقَاءَاتِ وَالْمُحَادَثَاتِ : اتِّفَاقٌ عَلَى عَدَمِ تَحْمِيلِ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ بِأَيِّ سِلَاحٍ نَوَوِيٍّ، وَأَنَّ تَمَّ مُرَاقَبَةُ ذَلِكَ، بِالْإِضَافَةِ إِلَى مُرَاقَبَةِ تَطْوِيرِ الْأَسْلِحَةِ النَوَوِيَّةِ، وَالتَّجَارِبِ الْمُتَعَلِّقَةِ بِهَا، مِنْ قَبْلِ هَيْئَاتٍ تَضُمُّ مُمَثِّلِينَ مِنَ الدَّوْلَتَيْنِ الْمُعَيَّنَتَيْنِ . وَكَانَ مِنْ أُولَى نَتَائِجِ هَذَا الْإِتِّفَاقِ : قِيَامُ الدَّوْلَتَيْنِ بِسَحْبِ الصَّوَارِيخِ مُتَوَسِّطَةِ الْمَدَى مِنْ قَارَةِ أَوْرُوبَا، وَإِتْلَافُ نَمَازِجٍ مُحَدَّدَةٍ مِنَ الْأَسْلِحَةِ النَوَوِيَّةِ الْمُخْتَلِفَةِ .

انْطِلَاقٍ لِلْأَسْلِحَةِ الْفَعَّالَةِ، مُتَعَدِّدَةِ الْمَوَاقِعِ، وَجَيِّدَةِ التَّوْزِيعِ، فِي أَرَاظِي الدَّوْلَةِ ذَاتِهَا، أَوْ فِي أَرَاظِي الدَّوْلِ الصَّدِيقَةِ أَوْ الْمُتَحَالِفَةِ مَعَهَا، مِمَّا يُعْطِي لِلدَّوْلَةِ الْمُعْتَدِيِ عَلَيْهَا فُرْصَةَ الرَّدِّ الْفَعَّالِ الَّذِي قَدْ تَكُونُ لَهُ الْغَلْبَةُ؛ إِذْ حُسِبَ أَنَّ تَدْمِيرَ الْقَنَابِلِ النَوَوِيَّةِ، الَّتِي تَحْمِلُهَا أَقْمَارٌ صِنَاعِيَّةٌ عَدِيدَةٌ، وَذَاتُ مَدَارَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ، يَحْتَاجُ إِلَى عِدَّةِ سَاعَاتٍ .

وَمِنْ الطَّرَائِقِ التَّدْمِيرِيَّةِ الْفَعَّالَةِ الْمُقْتَرَحَةِ، أَنْ يَتِمَّ تَفْجِيرُ بَعْضِ الْقَنَابِلِ النَوَوِيَّةِ، ذَاتِ الْقُدْرَةِ الْفَائِقَةِ، فِي الْجَوِّ، عَلَى ارْتِفَاعٍ (100 - 200) كِيلُومِترٍ؛ ذَلِكَ أَنَّ انْفِجَارَهَا عَلَى هَذَا الِارْتِفَاعِ يُعْتَبَرُ كَافِيًا لِإِحْرَاقِ مَنَاطِقٍ وَاسِعَةٍ جِدًّا، تُسَاوِي مِسَاحَتَهَا مِسَاحَةَ قَاعِدَةِ مَخْرُوطِ الْإِنْفِجَارِ الَّذِي يَكُونُ رَأْسُهُ فِي السَّمَاءِ، وَقَاعِدَتُهُ تَشْمَلُ تِلْكَ الْمِنَاطِقَةَ الْوَاسِعَةَ الْمُحْتَرَقَةَ . وَتُقْتَرَحُ الْمُخَطَّطُونَ لِلْعَمَلِيَّاتِ الْعَسْكَرِيَّةِ النَوَوِيَّةِ أَنْ تُوَضَعَ كُلُّ مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْأَقْمَارِ الْحَامِلَةِ لِلْقَنَابِلِ النَوَوِيَّةِ، وَالْمُعَدَّةِ لِلْهُجُومِ، عَلَى مَدَارٍ وَاحِدٍ، كَيْ تَقْذِفَ بِقَنَابِلِهَا عَلَى الْأَهْدَافِ الْمَرْسُومَةِ لَهَا عَلَى التَّوَالِي، بَيْنَمَا تُوَضَعُ أَقْمَارُ الرَّدِّ فِي مَدَارَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ، لِإِسْقَاطِهَا عَلَى فتراتٍ مُتتَالِيَةٍ .

وَيَظَلُّ أَمْرُ الْمُرَاقَبَةِ وَالتَّجَسُّسِ شَيْئًا بَالِغَ الْأَهْمِيَّةِ فِي مَجَالِ الْإِسْتِعْدَادِ لِلْمُوَاجَهَةِ، فَبِالْإِضَافَةِ إِلَى مَا يُقَدِّمُهُ الْجَوَاسِيسُ فِي هَذَا الْمَجَالِ مِنْ مَعْلُومَاتٍ لَا يُسْتَهَانُ بِهَا، تَظَلُّ أَجْهَرَةُ التَّجَسُّسِ الْفَضَائِيَّةِ أَسْرَعَ إِخْطَارًا، وَأَكْثَرَ أَهْمِيَّةً، لِمَا تَحْمِلُهُ مِنْ أَجْهَزَةٍ دَقِيقَةٍ، وَبَالِغَةِ الْحَسَاسِيَّةِ .

وَهَذَا مَا حَدَا بِالْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ وَالْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيِّ إِلَى إِطْلَاقِ مِثَالِ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ الْمُتَجَسِّسَةِ، بَعْدَ أَنْ قَامَتَا بِتَمْوِينِهَا بِالطَّرَائِقِ التَّالِيَةِ :

(1) تَغْلِيفُهَا بِمَوَادِّ تَحُولُ دُونَ كَشْفِهَا بِالرَّادَارِ .

(2) تَرْوِيدُهَا بِجِهَازٍ يُضَعِّفُ الْإِنْعِكَاسَاتِ الرَّادَارِيَّةِ عَلَيْهَا لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى عَدَمِ ظُهُورِهَا عَلَى شَاشَاتِ



وَتَشْمَلُ تِلْكَ الْأَقْمَارُ الْحَرْبِيَّةُ أَقْمَارَ التَّجَسُّسِ الَّتِي تَحَدَّثُنَا عَنْهَا؛ وَقَدْ خُصَّصَ قِسْمٌ مِنْهَا، فِي الْآوْتَةِ الْأَخِيرَةِ، لِاتِّقَاطِ وَتَسْجِيلِ وَبَثِّ الشَّارَاتِ اللَّاسِلِكِيَّةِ وَالرَّادَارِيَّةِ الصَّادِرَةِ عَنْ جِهَاتٍ عَسْكَرِيَّةٍ أَوْ سِيَاسِيَّةٍ، وَلِلْكَشْفِ عَنِ التَّجَارِبِ النَّوَوِيَّةِ أَيْنَمَا أُجْرِيتْ.

وَمِنْ أَهَمِّ الْأَسْلِحَةِ الْمُتَطَوِّرَةِ الَّتِي تُعَدُّ لِحَرْبِ التُّجُومِ:  
(1) الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ الْمُدمَّرَةُ:

وَقَدْ أُعِدَّتْ لِتَقُومَ بِالِاقْتِرَابِ مِنَ الْأَقْمَارِ الْمُعَادِيَةِ الْمُرَوَّدَةِ بِسِلَاحٍ نَوَوِيٍّ، ثُمَّ لِلِاصْطِدَامِ بِهَا وَتَفْجِيرِهَا فِي الْجَوِّ عَلَى ارْتِفَاعٍ كَبِيرٍ، حَيْثُ تَنْفَجِرُ هِيَ الْأُخْرَى وَتَبْدَدُ.

(2) الطَّائِرَةُ النَّسْرُ:

وَهِيَ طَائِرَةٌ قَامَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ بِصُنْعِهَا تَحْتَ اسْمِ (ف - 15 - إيجل)، لِتَحْمَلَهَا بِقَنَابِلَ نَوَوِيَّةٍ، تَرْتَفِعُ بِهَا الطَّائِرَةُ حَتَّى عُلُوِّ (21) كَم؛ حَيْثُ تُطْلِقُ، وَهِيَ عَلَى ذَلِكَ الِارْتِفَاعِ، قَذَائِفَ مُرَوَّدَةٍ بِرُؤُوسِ نَوَوِيَّةٍ، بِاتِّجَاهِ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ الْمُعَادِيَةِ النَّوَوِيَّةِ. وَعِنْدَ اقْتِرَابِ تِلْكَ الْقَذَائِفِ مِنْ أَهْدَافِهَا، تَنْفَصِلُ عَنْهَا الرُّؤُوسُ النَّوَوِيَّةُ لِتُلَاحِقَ تِلْكَ الْأَهْدَافَ، مُهْتَدِيَةً بِمَا تُصْدِرُهُ تِلْكَ الْأَقْمَارُ مِنْ أَشِعَّةٍ تَحْتَ الْحُمَرَاءِ. وَقَدْ تَنْفَجِرُ

## حَرْبُ التُّجُومِ

Star War اسم أُطْلِقَ عَلَى الْحَرْبِ الَّتِي تَحِلُّ فِيهَا الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ، وَالْمَرَكَبَاتُ الْفَضَائِيَّةُ، وَالصَّوَارِيخُ الْعَابِرَةُ لِلْقَارَاتِ، الْمُحْمَلَةُ بِالْقَنَابِلِ النَّوَوِيَّةِ، مَحَلَّ الْإِنْسَانِ وَالْآلِيَّاتِ وَالطَّائِرَاتِ وَالْقِطْعَ الْبَحْرِيَّةِ فِي الْمُوَاجَهَةِ الْأُولَى عِنْدَ وَقُوعِ الْحَرْبِ - أَيْ إِنَّهَا حَرْبُ فَضَائِيَّةٌ، مُعَدَّةٌ لِتَدْمِيرِ أَرْضِ الْعَدُوِّ وَمَا عَلَيْهَا، بِالإِضَافَةِ إِلَى تَدْمِيرِ الْأَسْلِحَةِ الْفَضَائِيَّةِ أَيْضًا، حَيْثُ تَلْبِهَا الْعَمَلِيَّاتُ الْحَرْبِيَّةُ الَّتِي تُسْتَخْدَمُ فِيهَا الْأَسْلِحَةُ الْبَرِّيَّةُ وَالْجَوِّيَّةُ وَالْبَحْرِيَّةُ، لِتَحْقِيقِ النَّصْرِ النَّهَائِيِّ.

عِلْمًا بِأَنَّهُ فِي حَالَةِ وَقُوعِ مِثْلِ تِلْكَ الْحَرْبِ، لَنْ تَكُونَ فِي نَهَائِيَّتِهَا دَوْلَةٌ مُنْتَصِرَةٌ، لَأَنَّ الدَّوْلَةَ الرَّابِحَةَ سَتَكُونُ هِيَ الْأُخْرَى قَدْ حَاقَ بِهَا دَمَارٌ كَبِيرٌ، وَتَلَوَّثَ فِي الْبَيْئَةِ خَطِيرٌ، وَمَشَاكِلُ اقْتِصَادِيَّةٍ وَبَشَرِيَّةٍ، قَدْ تَعَجَّزَ عَنْ إِيجَادِ حُلُولٍ سَرِيعَةٍ وَنَاجِعَةٍ لَهَا.

وَيُقَدَّرُ الْخُبَرَاءُ الْعَسْكَرِيُّونَ بِأَنَّهُ أَكْثَرُ مِنْ (2200) قَمَرٍ صِنَاعِيٍّ قَدْ أُطْلِقَ لِأَغْرَاضٍ حَرْبِيَّةٍ مُنْذُ بَدَايَةِ عَامِ 1957م، وَحَتَّى الْيَوْمِ. وَهَذَا يَعْنِي أَنَّهَا تُشَكِّلُ (57%) مِنَ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ الَّتِي تَدُورُ الْيَوْمَ فِي الْفَضَاءِ حَوْلَ كُرْتِنَا الْأَرْضِيَّةِ.

## حَرْبُ التُّجُومِ





الجهاز المولّد لهذه الأشعة في المناطق المرتفعة فوق سطح الأرض ، كآعلي الجبال ؛ إذ كلما كان الجو المحيط به قليل الكثافة كان تأثير تلك الأشعة في الأهداف الموجه إليها



مكدا يعمل سلاح شعاع الجزيئات ضد القذائف الباليستية .

أشدّ فعالية ونفوذاً ؛ لذا تُختار لها الارتفاعات التي تقع بين (3 - 5) كيلومترات عن سطح الجو ، إذا أمكن ذلك .

ويقوم جهاز الأشعة ، ذاك ، بإرسال أشعة ليزر LASER إلى مرآة تعمل على تجميع تلك الأشعة ، وعكسها ، ثم تسليطها ، بواسطة الرادار المتصل بذلك الجهاز ، نحو الأقمار الصناعية ، والمركبات الفضائية ، والصواريخ العابرة للقارات ، حيث تعمل على تفجيرها في الجو قبل بلوغها أهدافها .

والمحطات الفضائية التي تدور اليوم حول الأرض على ارتفاع وسطي قدره (250) كم ، والمعدة لأبحاث الفضاء ، والتجارب العلمية فيه ، يمكن استخدامها بسهولة ،

تلك الرؤوس النووية على مسافة قريبة من القمر ، فتدمره أو تصطدم به وتقتضي عليه .

### (3) الصواريخ القاذفة :

وهي صواريخ زود كل واحد منها بعدد كبير من القذائف ذات الرؤوس النووية ؛ وعند إطلاق ذلك الصاروخ باتجاه الأهداف المعتادية ، تنفصل عنه القذائف المزودة بأجهزة دفع نفث ، تجعلها تنطلق بسرعة (40) كم في الثانية ، على شكل سيل متلاحق ، لملاقاة تلك الأهداف ، أو اللحاق بها وتدميرها . إلا أنه عندما جرب هذا الصاروخ على سطح الأرض ، بتوجيه قذائفه نحو الأهداف الفضائية ، تبين أن فاعليتها في الفضاء كانت محدودة ؛ لذا سيقتصر استخدامها على تدمير القذائف المعتادية قبل وصولها إلى أهدافها . كما ستزود به سفن الفضاء ، لإطلاق قذائفها النفاثة منها باتجاه الأقمار الصناعية النووية المعتادية المهاجمة .

### (4) مدافع الجسيمات الذرية :

وهي مدافع تطلق جسيمات ذرية Atomic particles بعد تسريع حركتها ، لتصل في انطلاقها إلى سرعة تعادل (99%) من سرعة الضوء . وتقام مثل هذه المدافع على سطح الأرض ، ضمن منشآت لا يقل محيطها عن (6) كيلومترات . وبما أن الجسيمات الذرية المنطلقة تتأثر بالمجال الكهرومغناطيسي المحيط بالأرض ، فيحرفها عن مسارها عندما تبلغ ارتفاعات كبيرة في الجو ، فقد اتجهت النية الآن إلى قصر استخدامها على المركبات الفضائية ، حيث تثبت فوق ظهرها ، لتسدّد منها الجسيمات في أعالي الجو نحو الأهداف المعتادية .

### (5) أشعة ليزر :

وهي أشعة تنطلق من الجهاز المولّد لها على شكل حزمة ضوئية ذات طاقة هائلة ، لدرجة أنها تستطيع ثقب الدروع المولفة من الصلب بسُمك عدة سنتيمترات . ويقام



أَوْ مَرَكَبَاتٍ فَضَائِيَّةٍ مُسَلَّحَةٍ، تَقُومُ بِمَلَاَقَةِ تِلْكَ الصَّوَارِيخِ وَإِتْلَافِهَا قَبْلَ خُرُوجِهَا مِنَ الْغِلَافِ الْغَايِي الْأَرْضِيِّ .  
وَعِنْدَمَا تَفْشَلُ هَذِهِ الْخُطَّةُ، وَيَتِمَكَّنُ الصَّارُوخُ مِنْ بُلُوغِ الْفَضَاءِ الْخَارِجِيِّ، تُهَاجِمُهُ أَقْمَارٌ صِنَاعِيَّةٌ أُخْرَى، أَوْ مَرَكَبَاتٌ فَضَائِيَّةٌ، تَكُونُ هُنَاكَ بِإِنْتِظَارِهِ، وَيَبْعَازُ مِنْ مَرَاكِزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّةِ .  
وَإِذَا مَا صَادَفَ وَنَجَا الصَّارُوخُ ثَانِيَةً مِمَّا أُعِدَّ لِمُوَاجَهَتِهِ، وَآخَذَ يَنْدَفِعُ فِي الْغِلَافِ الْجَوِّي بِاتِّجَاهِ الْأَهْدَافِ الْمُحَدَّدَةِ لَهُ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ، عَاجِلَتُهُ وَسَائِطُ الدَّفَاعِ الْأَرْضِيَّةِ، وَفِي مُقَدِّمَتِهَا مَدَافِعُ الْجُسَيْمَاتِ الذَّرِّيَّةِ، فَدَمَّرَتْهُ قَبْلَ أَنْ يَبْلُغَ هَدَفَهُ .

### الْمَحَطَّاتُ الْفَضَائِيَّةُ الْمَدَارِيَّةُ

هِيَ مَرَكَبَاتٌ فَضَائِيَّةٌ، تَحْمِلُ رُؤَادًا يَقْضُونَ فِيهَا فِتْرَةً مِنَ الزَّمَنِ أَتْنَاءَ دَوْرَانِهَا عَلَى مَدَارِهَا حَوْلَ الْأَرْضِ، لِإِجْرَاءِ ظُرُوفِ الْحَرْبِ، إِلَى قَاعِدَةٍ حَرْبِيَّةٍ جَوِّيَّةٍ، كَمَا مَرَّ مَعَنَا .



وَتَتَأَلَّفُ الْمَحَطَّاتُ الْفَضَائِيَّةُ **Space station** عُمُومًا مِنْ ثَلَاثِ غُرَفٍ رَئِيسَةٍ مُتَّصِلَةٍ بَعْضُهَا، وَهِيَ :  
(1) الْغُرْفَةُ الْأَمَامِيَّةُ :

وَتَكُونُ مُجَهَّزَةً بِالْمُعِدَّاتِ وَالْمُخْبِرَاتِ الْعِلْمِيَّةِ وَالطَّبِيَّةِ، وَفِيهَا تُجْرَى التَّجَارِبُ الْكِيمِيَاءِيَّةُ وَالْفِيزِيَاءِيَّةُ وَالْحَيَاتِيَّةُ وَالطَّبِيَّةُ . كَمَا تَضُمُّ أَجْهَرَةً لِلرَّصْدِ الْجَوِّيِّ، وَالتَّصْوِيرِ



هَكَذَا نَسْتَعْمِلُ مِرَاةَ أَشْعَةِ الْليْزَرِ هَذِهِ الْقَذَائِفَ الْبَالِيسْتِيَّةِ .

هِيَ وَالْمَرَكَبَاتُ الْفَضَائِيَّةُ، كَمَحَطَّاتٍ تُجَهَّزُ بِسُرْعَةٍ بِوَسَائِلِ الْهُجُومِ وَالِدَّفَاعِ الْفَضَائِيَّةِينَ؛ عِلْمًا بِأَنَّ بَعْضَهَا بَدَأَ تَجْهِيْزُهُ مُنْذُ الْآنَ، كَمَا مَرَّ مَعَنَا، بِأَذْرُعٍ قَابِضَةٍ لِلْأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ، كَمَا يُمَكِّنُ تَجْهِيْزُهُ، عِنْدَ اللُّزُومِ، بِالْقَذَائِفِ النَّوَوِيَّةِ، وَالْأَشْعَةِ الْمُدْمِرَةِ . وَمَمْكُوكُ الْفَضَاءِ الَّذِي يَنْتَقِلُ الْيَوْمَ بَيْنَ مَحَطَّاتِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّةِ وَالْمَحَطَّاتِ الْفَضَائِيَّةِ، نَاقِلًا الرُّؤَادَ أَوْ التَّجْهِيْزَاتِ الْعِلْمِيَّةِ، يُمَكِّنُهُ أَنْ يَزُوْدَ، فِي ظُرُوفِ الْحَرْبِ، تِلْكَ الْمَحَطَّاتِ بِمُخْتَلِفِ وَسَائِلِ التَّدْمِيرِ .

وَيَتَّخِذُ كُلٌّ مِنَ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ وَالْإِتِّحَادِ السُّوْفِيَّيِّ حَيْطَتَهُ لِتَنْجِيْبِ الْأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ الْأَذْرُعِ الْقَابِضَةِ، وَغَيْرِهَا مِنَ الْفِيْحَاخِ الَّتِي قَدْ تَنْصَبُ لَهَا فِي الْفَضَاءِ، عَنْ طَرِيقِ إِطْلَاقِ أَقْمَارٍ صِنَاعِيَّةٍ مُدْمِرَةٍ، تَنْفَجِرُ فَوْرَ تَمَاسُهَا مَعَ أَيِّ جِسْمٍ آخَرَ، فَنَبِيْدُهُ .

وَمِنَ التَّدَابِيْرِ الَّتِي اتَّخَذَتْ لِتَدْمِيرِ الصَّوَارِيخِ عَابِرَةِ الْقَارَاتِ، الْمُرَوْدَةُ بِرُؤُوسٍ نَوَوِيَّةٍ، إِطْلَاقُ أَقْمَارٍ صِنَاعِيَّةٍ



بِالتَّجَارِبِ الْعِلْمِيَّةِ الْمُخْتَلِفَةِ فِيهَا، فِي حَالَةِ انْعِدَامِ الْوَرْنِ. وَقَدْ أُعِدَّتْ تِلْكَ الْمَحَطَّاتُ لِتَكُونَ بِمَثَابَةِ مُخْتَبِرٍ وَمَصْنَعِ فَضَائِيَّتَيْنِ، وَيُمْكِنُ تَحْوِيلُهَا إِلَى سِلَاحٍ حَرْبِيٍّ عِنْدَ اللُّزُومِ.



كَانَتِ الْمُحِطَّةُ الرُّوسِيَّةُ (مِير) الَّتِي أُطْلِقَتْ عَامَ 1986م، تَخْضَعُ لِإِشْرَافِ آلِي بِالْكَامِلِ وَيَحْتَاجُ الْبَشَرَ إِلَى مُرَاقَبَةٍ (13%) فَقَطْ مِنْ عَمَلِيَّاتِهَا.

وَتُتْرَكُ فِي مَدَارِهَا لِعِدَّةِ شُهُورٍ أَوْ لِمُدَّةِ سَنَةٍ أَوْ عِدَّةِ سَنَاتٍ. وَيَقُومُ مَكُونُ الْفَضَاءِ، خِلَالَ ذَلِكَ، بِنَقْلِ الْمَوْنِ وَالْمَوَادِّ الَّتِي يَحْتَاجُ إِلَيْهَا رُؤَادُ الْفَضَاءِ الْمُقِيمِينَ فِيهَا؛ كَمَا يَقُومُ ذَلِكَ الْمَكُونُ بِإِبْدَالِ رُؤَادِ فَضَاءٍ فِيهَا بِآخَرِينَ، بَعْدَ أَنْ تَكُونَ إِقَامَتُهُمْ فِيهَا قَدْ طَالَتْ، أَوْ عِنْدَمَا يَدْعُو أَمْرٌ طَارِئٌ لِاتِّخَاذِ مِثْلِ ذَلِكَ التَّدْبِيرِ.

وَنَظَرًا لِلْخِدْمَاتِ الصَّنَاعِيَّةِ وَالطَّبِيَّةِ وَالْعِلْمِيَّةِ الَّتِي يُمَكِّنُ



إِنَّ الْمَحِطَّةَ الْفَضَائِيَّةَ (سكايفي لاب) وَالَّتِي أُطْلِقَتْ عَامَ 1973م، كَانَتْ أَوَّلَ مَحِطَّةٍ فَضَائِيَّةٍ امْرِيكِيَّةٍ، وَقَدْ اثْبَتَتْ أَنَّ الْبَشَرَ قَادِرُونَ عَلَى الْعَيْشِ فِي الْفَضَاءِ لِفَتْرَاتٍ طَوِيلَةٍ.

الْعَادِيَّ وَالتَّلْفَازِيَّ. وَفِيهَا سَرِيرٌ لِلنَّوْمِ، وَنَالَاجَةٌ لِحِفْظِ الطَّعَامِ وَالشَّرَابِ، وَمَوْقِدٌ غَازِيٌّ، وَمِنْضَدَّةٌ وَكُرْسِيٌّ، وَرَفٌّ يُوجَدُ عَلَيْهِ عَدَدٌ مِنَ الْكُتُبِ وَالْمَجَلَّاتِ، وَغُلْبٌ لِرَقَائِقِ وَأَشْرِطَةٌ لِلتَّصْوِيرِ الْحَسَّاسَةِ. وَتَتَّصِلُ هَذِهِ الْغُرْفَةُ مَعَ الْغُرْفَةِ الثَّانِيَةِ، وَهِيَ غُرْفَةُ الْقِيَادَةِ الْوَاقِعَةُ فِي وَسْطِ الْمَرْكَبَةِ، بِوَسَاطَةِ فَتْحَةٍ مُتَّصِلَةٍ بِسُلَّمٍ صَغِيرٍ.

## (2) غُرْفَةُ الْقِيَادَةِ:

وَتَضُمُّ أَجْهَرَةَ قِيَادَةِ السَّفِينَةِ وَتَوْجِيهَهَا، بِالإِضَافَةِ إِلَى أَجْهَرَةِ الْإِتِّصَالَاتِ اللَّاسِلِكِيَّةِ وَالتَّلْفَازِيَّةِ، وَأَجْهَرَةَ ضَبْطِ ضَعْفِ حَرَارَةِ الْمَرْكَبَةِ، وَتَكْيِيفِ حَرَارَتِهَا.

وَتُوجَدُ فِيهَا كُرَّةٌ أَرْضِيَّةٌ مُجَسِّمَةٌ صَغِيرَةٌ، تَدُورُ أَلْبَا، وَتُظْهَرُ عَلَيْهَا نَقْطَةٌ مِنَ الثُّورِ الْأَحْمَرِ، تَتَحَرَّكُ عَلَى سَطْحِ تِلْكَ الْكُرَّةِ، لِتُشِيرَ إِلَى الْمَكَانِ الْقَائِمِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ، وَالَّذِي تَمُرُّ فَوْقَهُ الْمَحِطَّةُ الْفَضَائِيَّةُ فِي كُلِّ لَحْظَةٍ مِنْ لَحَظَاتِ دَوْرَانِهَا حَوْلَ الْكُرَّةِ الْأَرْضِيَّةِ.

وَعَلَى أَحَدِ جُذُرَانِ هَذِهِ الْغُرْفَةِ، عُثِّقَتْ سَاعَةٌ يَظْهَرُ عَلَيْهَا عَدَدُ السَّاعَاتِ الَّتِي انْقَضَتْ عَلَى بَدْءِ رِحْلَةِ الْمَحِطَّةِ، وَعَدَدُ الدَّوْرَاتِ الَّتِي أَتَمَّتْهَا الْمَرْكَبَةُ فِي الْفَضَاءِ حَوْلَ الْأَرْضِ. وَقَدْ زُوِّدَتْ هَذِهِ الْغُرْفَةُ بِمُعَدَّاتٍ طَبِيَّةٍ، تُمْكِنُ مِنْ إِجْرَاءِ عَمَلِيَّاتٍ جِرَاحِيَّةٍ مُسْتَعْجَلَةٍ، أَوْ إِسْعَافَاتٍ أَوَّلِيَّةٍ، بِالإِضَافَةِ إِلَى صُنُوفٍ مُتَعَدِّدَةٍ مِنَ الْأَدْوِيَةِ.

## (3) الْغُرْفَةُ الثَّالِثَةُ:

تَضُمُّ آلَاتٍ وَمُحَرِّكَاتٍ دَفْعَ الْمَحِطَّةِ الْفَضَائِيَّةِ، وَتَوْجِيهَهَا. وَيَمْتَدُّ مِنْ طَرَفِي هَذِهِ الْغُرْفَةِ جَنَاحَانِ طَوِيلَانِ وَعَرِيضَانِ، يَحْتَوِيَانِ عَلَى خَلَائِا تُولِّدُ الطَّاقَةَ الْكَهْرَبَائِيَّةَ مِنْ أَشِعَّةِ الشَّمْسِ. وَتُحْمَلُ مَحَطَّاتُ الْفَضَاءِ الْمَدَارِيَّةِ بِوَسَاطَةِ صَارُوخٍ إِلَى مَدَارِهَا الْمَرْسُومِ لَهَا، حَيْثُ تَأْخُذُ فِي الدَّوْرَانِ حَوْلَ الْأَرْضِ بِمَنْ فِيهَا مِنْ رُؤَادٍ، يَقُومُونَ، أَتْنَاءَ ذَلِكَ،



وَالْكَرْبُوهِيدْرَاتِيَّةِ وَالْفَيْتَامِينَاتِ  
وَالْأَمْلَاحِ.

• (2500) غرام

مِنَ الْمَاءِ لِلشَّرْبِ.

• (7500) غرام مِن

الْمَاءِ لِلإِسْتِعْمَالَاتِ الْمُخْتَلِفَةِ.

• (800) غرام مِن غَازِ الأوكْسِجِينِ لِلتَّنَفُّسِ.

فَيَكُونُ مَجْمُوعُ ذَلِكَ كُلِّهِ (11.5 كغ) لِكُلِّ فَرْدٍ مِن

أَفْرَادِ الْمَحْطَّةِ الْفَضَائِيَّةِ، خِلَالَ يَوْمٍ وَاحِدٍ، أَيْ حَوَالِي (4.5

أَطنَانٍ) لِكُلِّ فَرْدٍ عَلَى مَدَى السَّنَةِ، وَ (12.6 طناً) لِثَلَاثَةِ أَفْرَادٍ

مِن رُؤَادِ الْفَضَاءِ لِمَدَى سَنَةٍ كَامِلَةٍ.

وَلَمَّا كَانَ مِثْلُ هَذِهِ الْحُمُولَةِ الْكَبِيرَةِ سَتَزِيدُ كَثِيرًا فِي

تَكَالِيفِ الْمَحْطَّةِ الْمَدَارِيَّةِ، وَفِي تَكَالِيفِ الصَّارُوخِ الَّذِي

سَيَحْمِلُهَا إِلَى الْفَضَاءِ، فَقَدْ فَكَّرَ الْعُلَمَاءُ بِإِيجَادِ طَرِيقٍ تُخَفِّفُ

مِن تِلْكَ الْحُمُولَةِ، عَنْ طَرِيقِ الْقِيَامِ بِالْإِجْرَاءَاتِ التَّالِيَةِ :

(1) تَبْخِيرُ وَتَجْفِيفُ الْأَعْذِيَةِ الْقَابِلَةِ لِذَلِكَ، كَيْ يَصْغُرَ

حَجْمُهَا، وَيَقِلَّ وَزْنُهَا، مَعَ بَقَاءِ خَصَائِصِهَا الْغِذَائِيَّةِ عِنْدَ

تَنَاوُلِهَا مِن قِبَلِ رُؤَادِ الْفَضَاءِ.



الْمَحْطَّةِ الْفَضَائِيَّةِ الدَّوْلِيَّةِ وَهِيَ تَدُورُ حَوْلَ الْأَرْضِ عَلَى مَسَافَةٍ تَقْدَّرُ بِـ (396.800) كَمَ إِن هَذِهِ الْمَحْطَّةُ هِيَ أَعْلَى شَيْءٍ أَنْشِئَ حَتَّى الْآنَ.

لِمِثْلِ هَذِهِ الْمَحْطَّاتِ تَأْمِينُهَا، فَقَدْ قَرَّرَتِ الْوِلَايَاتُ

الْمُتَّحِدَةُ وَالْإِتِّحَادُ السُّوفْيِيَّتِي بِنَاءَ مَحْطَّاتٍ ضَخْمَةٍ، تُنْقَلُ

أَجْزَائُهَا إِلَى الْفَضَاءِ عَلَى التَّوَالِي، حَيْثُ تُجْمَعُ هُنَاكَ.

وَمِنَ أَحْدَثِ الْمَحْطَّاتِ الْفَضَائِيَّةِ السُّوفْيِيَّتَةِ الْمَحْطَّةُ

(مِير) - Mir - أَيْ السَّلَامُ - الَّتِي أُطْلِقَتْ إِلَى مَدَارِهَا بِوَسَاطَةِ

الصَّارُوخِ (سيوز - 3)، قَدْ صَعِدَ عَلَى مَتْنِهَا أَوَّلُ رَائِدِ فَضَاءٍ

سُورِيٍّ (مُحَمَّدٌ أَحْمَدُ فَارِسٍ)، إِلَى جَانِبِ رُؤَادِهَا السُّوفْيِيَّتِ،

يَوْمَ 22 تَمُوزَ عَامَ 1987م، حَيْثُ نَفَّذَ فِيهَا عِدَدًا مِنَ التَّجَارِبِ

الْعِلْمِيَّةِ الْفَضَائِيَّةِ. وَكَانَ قَائِدَ الْمَحْطَّةِ يَوْمَهَا أَلَكْسَنْدَرُ فَيَكْتُور

رِينْكَو، وَكَانَ مُسَاعِدُهُ أَلَكْسَنْدَرُ أَلَكْسَنْدَرُوف.

أَمَّا أَشْهُرُ مَحْطَّاتِ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ فَهِيَ مَحْطَّةُ (سكاي

لَاب) Sky lab الْمَدَارِيَّةُ - أَيْ مُخْتَبَرُ الْفَضَاءِ.

وَقَدْ اتَّخَذَتِ الاسْتِعْدَادَاتُ الْكَامِلَةُ لِتَأْمِينِ حَاجَةِ رُؤَادِ

الْفَضَاءِ الَّذِينَ يُقِيمُونَ فِي تِلْكَ الْمَحْطَّاتِ، مِنْ طَعَامٍ وَشَرَابٍ

وَهَوَاءٍ لِلتَّنَفُّسِ. وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ رَائِدَ الْفَضَاءِ الْوَاحِدَ يَحْتَاجُ

يَوْمِيًّا إِلَى :

• (700) غرام مِن الْمَوَادِّ الْبُرُوتِيْنِيَّةِ وَالذَّهْنِيَّةِ



رَشَاشَةُ الْمَحْطَّةِ السُّوفْيَاتِيَّةِ سَالِيُوت 7





### المكوك الفضائي

إنَّ المَبَالِغَ الطَّائِلَةَ الَّتِي كَانَتْ تُنْفَقُ فِي سَبِيلِ إِطْلَاقِ صَارُوخٍ، كَانَتْ لَا يَلْبَثُ أَنْ تَنْفَصِلَ أَجْزَاؤُهُ فِي الْفَضَاءِ، لِتَخْتَرِقَ بَعْدَ إِيصَالِهِ قَمَرًا صِنَاعِيًّا أَوْ مَرَكَبَةً فَضَائِيَّةً إِلَى مَدَارِهَا حَوْلَ الْأَرْضِ، أَذَتْ إِلَى جَعَلِ الْجِهَاتِ الْمُعَارِضَةَ لِلتَّوَسُّعِ فِي بَرَامِجِ الْفَضَاءِ، وَبِخَاصَّةٍ فِي الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، تَرْفَعُ أَصْوَاتَهَا مُطَالِبَةً بِالْحَدِّ مِنْ رِحَالَتِ الْفَضَاءِ، وَالتَّجَارِبِ الَّتِي كَانَتْ تَتِمُّ فِيهِ، لِلتَّخْفِيفِ مِنَ الضَّرَائِبِ الَّتِي بَدَأَتْ تُثْقِلُ كَاهِلَ الْفَرْدِ الْأَمِيرِكِيِّ.

وَفِي نَفْسِ الْوَقْتِ، كَانَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّيْتِي قَدْ بَدَأَ هُوَ الْآخَرُ يُفَكِّرُ فِي الْإِتِّجَاهِ نَحْوَ خَفْضِ تَكَالِيفِ صَوَارِيخِهِ، تِلْكَ التَّكَالِيفِ الَّتِي أَخَذَتْ تُشَكِّلُ نِسْبَةً كَبِيرَةً مِنْ مِيزَانِيَّتِهِ الْعَامَّةِ. وَقَدْ تَوَصَّلَتِ الدَّوْلَتَانِ، فِي وَقْتٍ مُتَقَارِبٍ، وَبَعْدَ دِرَاسَاتٍ طَوِيلَةٍ وَمُسْتَمِرَّةٍ، إِلَى اخْتِرَاعِ الْمَكُوكِ الْفَضَائِيِّ

وَبَوَلٍ وَبَحَارٍ مَاءٍ، حَيْثُ يُعَادُ اسْتِخْدَامُهُ ثَانِيَةً كَمَاءٍ لِلشُّرْبِ.

(3) تَكَرُّرُ الْمِيَاهِ الْمُسْتَعْمَلَةِ فِي الْمَجَالَاتِ الْمُخْتَلِفَةِ،

لِإِعَادَةِ اسْتِعْمَالِهَا كَمَاءٍ نَقِيٍّ مِنْ جَدِيدٍ فِي تِلْكَ الْمَجَالَاتِ.

(4) وَضْعُ تُرْبَةٍ كِلْسِيَّةٍ مُشْبَعَةٍ بِالْأَمْلَاحِ دَاخِلَ الْمَحْطَّةِ

الْمَدَارِيَّةِ، وَزَرْعُ بَعْضِ النَّبَاتَاتِ فِيهَا، مَعَ تَأْمِينِ مِصْبَاحٍ كَهْرَبَائِيٍّ

يَمُدُّهَا بِالضَّوِّ وَالْحَرَارَةِ اللَّازِمَيْنِ لِنُمُوِّهَا، وَالْمُمَثِّلَيْنِ لِضَوْءِ

وَحَرَارَةِ الشَّمْسِ. وَعَنْ طَرِيقِ هَذِهِ النَّبَاتَاتِ، يُمَكِّنُ لِرُؤَادِ

الْفَضَاءِ تَأْمِينِ جُزْءٍ مِنْ غِذَائِهِمْ كَخُضَارٍ طَارِجَةٍ وَبَاسْتِمْرَارٍ.

(5) وَلِتَأْمِينِ حَاجَةِ تِلْكَ الْمَرْزُوعَاتِ مِنَ الْمِيَاهِ بِصُورَةٍ

دَائِمَةٍ، يَتِمُّ جَمْعُ بَحَارِ الْمَاءِ الْمُنْطَلِقِ مِنَ النَّبَاتَاتِ، وَيُكْتَفَى،

حَيْثُ تُسْقَى بِهِ تِلْكَ الْمَرْزُوعَاتِ مِنْ جَدِيدٍ.

(6) وَيُسْتَفَادُ مِنْ غَازِ الْأُوكْسِجِينِ، الَّذِي تُطْلِقُهُ تِلْكَ

النَّبَاتَاتِ، فِي تَنْفَسِ رِجَالِ الْفَضَاءِ، كَتَعْوِيضٍ لِمَا تُحْرِقُهُ

أَجْسَامُهُمْ أَثْنَاءَ تَنْفُسِهِمْ مِنْ ذَلِكَ الْغَازِ.

وَقَدْ أَدَاعَتْ أَكَادِمِيَّةُ الْعُلُومِ السُّوفِيَّيَّةِ نَجَاحَ هَذِهِ التَّدَابِيرِ

نَجَاحًا كَامِلًا حِينَ ظَلَّ رُؤَادُ الْفَضَاءِ الثَّلَاثَةِ: الْعَالَمِ الطَّبِيعِيِّ

أَنْدَرِيه بوزوكو، وَالطَّبِيبُ جِرْمَانُ مَانُوفَتِ سِيفِ، وَالْمُهَنْدِسُ

يُورِي ارارليشيف، مُدَّةَ سَنَةٍ كَامِلَةٍ مَعْرُوفِينَ فِي مَرَكَبَةِ الْفَضَاءِ،

وَقَامُوا خِلَالَ ذَلِكَ بِزِرَاعَةِ الْخُضَارِ ضَمْنَ الْمَرَكَبَةِ، وَمِنْهُ الْكُرْنُبُ

وَالْخِيَارُ وَغَيْرُهُمَا، وَاكْتَفَوْا بِمِيَاهِ الشُّرْبِ الَّتِي نَتَجَتْ عَنْ تَقْطِيرِ

السَّوَائِلِ الَّتِي كَانَتْ تُفَرِّزُهَا أَجْسَامُهُمْ، وَالَّتِي بَلَغَتْ خِلَالَ تِلْكَ

الْفَتْرَةِ (2.9) طِن. كَمَا سَدَّتْ حَاجَتُهُمُ الْمِيَاهِ الْمُسْتَعْمَلَةَ الَّتِي

كَانَ يُعَادُ تَكَرُّرُهَا لِلِاسْتِعْمَالِ مِنْ جَدِيدٍ، وَالَّتِي بَلَغَتْ كَمِّيَّتُهَا

خِلَالَ تِلْكَ الْفَتْرَةِ (3.1) طِن.

وَقَدْ ثَبَتَ طَبِيبًا أَنَّ هَذِهِ التَّجَرِبَةَ لَمْ تُؤَدِّ إِلَى أَيِّ اخْتِلَالٍ فِي

صِحَّةِ أَيِّ فَرْدٍ مِنَ الْأَفْرَادِ الثَّلَاثَةِ طِيلَةَ إِقَامَتِهِمْ فِي تِلْكَ الْمَحْطَّةِ

الْفَضَائِيَّةِ، أَوْ بَعْدَ عَوْدَتِهِمْ مِنْهَا إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ.





انفجار مكوك الفضاء تشالنجر عام 1986م.

Space shuttle الَّذِي يُمكنُ اسْتِعَادَتُهُ مِنَ الْفَضَاءِ إِلَى الْأَرْضِ سَالِمًا، لِيُسْتَعْمَدَ فِي عَمَلِيَّاتٍ فَضَائِيَّةٍ جَدِيدَةٍ بِاسْتِمْرَارٍ.

وَيَتَأَلَّفُ الْمَكُوكُ الْفَضَائِيُّ مِنْ صَارُوخَيْنِ مُلْتَحِمَيْنِ بَعْضُهُمَا، أَحَدُهُمَا صَارُوخُ دَفْعٍ وَالثَّانِي مَرْكَبَةٌ فَضَائِيَّةٌ. وَكِلَاهُمَا مُرَوَّدَانِ بِجَنَاحَيْنِ كَجَنَاحِي الطَّائِرَةِ، وَبِمِظْلَاتٍ وَقَائِيَّةٍ، وَبِدَوَالِيْبٍ تُسَاعِدُ عَلَى الْإِقْلَاعِ مِنْ مَدْرَجِ الْمَطَارِ الْمُخَصَّصِ لَهُمَا، وَعَلَى الْهَبُوطِ فَوْقَهُ، كَمَا تَفْعَلُ الطَّائِرَاتُ تَمَامًا. إِلَّا أَنَّهُ لِيُخَفِّفَ شِدَّةَ الْإِنْدِفَاعِ عِنْدَ الْعُودَةِ، تُفْتَحُ الْمِظْلَاتُ الْوَقَائِيَّةُ الَّتِي رُوِّدَ بِهَا الْمَكُوكُ الْفَضَائِيُّ، وَكَذَلِكَ الصَّارُوخُ الدَّافِعُ.

وَقَدْ بَدَأَ التَّخْطِيطُ لِصُنْعِ الْمَكُوكِ الْفَضَائِيِّ فِي كُلِّ مِنَ الْإِتِّحَادِ السُّوفْيِيَّتِيِّ وَالْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ مُنْذُ عَامِ 1981م، إِلَّا أَنَّ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةَ كَانَتْ السَّابِقَةَ فِي هَذَا الْمَجَالِ، فَقَدْ اسْتَطَاعَتْ أَنْ تُطْلِقَ أَوَّلَ مَكُوكٍ فَضَائِيٍّ لَهَا يَوْمَ 12 نَيْسَانَ عَامِ 1981م، تَحْتَ اسْمِ (كولومبيا)، وَفِي عَامِ 1986م، أَطْلَقَتِ الْمَكُوكَ (تشالنجر) إِلَّا أَنَّ خَطَأً فِي تَصْمِيمِهِ، أَدَّى إِلَى انْفِجَارِهِ بُعِيدَ إِنْطِلَاقِهِ بِشَوَانٍ، وَذَهَبَ ضَحِيَّةَ ذَلِكَ سِتَّةُ رُؤُودٍ فَضَائِيٍّ، بَيْنَهُمْ امْرَأَتَانِ.

وَقَدْ أُصِيبَتِ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ، مِنْ جَرَاءِ ذَلِكَ، بِنَكْسَةٍ جَعَلَتْهَا تُعِيدُ النَّظَرَ فِي صِنَاعَةِ هَذَا الْمَكُوكِ، وَبِخَاصَّةٍ فِي الْقِسْمِ الَّذِي يَتَوَلَّى عَمَلِيَّةَ الدَّفْعِ فِيهِ. كَمَا قَرَّرَتْ أَنْ يَحْتَوِيَ

مِنَ الْإِقْلَاعِ إِلَى الْهَبُوطِ :

فِي رِحْلَةِ بِنَالِيَّةِ الْإِقْلَاقِ الْفَتْرَ الصَّنَاعِيَّ، يُطْلَقُ الْمَكُوكُ مِنْ قَاعِدَةٍ فِي تَرَكِيٍّ كَنْدِي لِلْفَضَاءِ فِي فِلُورِيدَا وَيَدْخُلُ الْمَدَارَ حَوْلَ الْأَرْضِ. وَعِنْدَمَا تَكْتَمِلُ بُعْثَةُ يَرْجِعُ إِلَى الْأَرْضِ. إِنْ إِبَادَتُهُ إِلَى جَنُوبِ الْأَرْضِ تَتِمُّ بِسُرْعَةٍ (28000 كم/س) لِيُذَا فُلَّاهُ يَهْبِطُ بِدُونِ حَاجَةٍ إِلَى قُوَّةٍ دَفْعٍ كَالطَّائِرَةِ السُّرَاعِيَّةِ.

الاقلاع

يُفْعَلُ الْمَارُوحَاتُ الْمَعْرُوفَاتُ الثَّلَاثُ بِعَمَلَانٍ بِالْقُوَّةِ الصَّلْبِ مَعَ الْحَرَكَاتِ الثَّلَاثَةِ الرَّبْعِيَّةِ لِتَأْمِينَ قُوَّةِ الدَّفْعِ اللَّازِمَةَ لِلْإِقْلَاعِ.

دَقِيقَتَانِ  
يُفْعَلُ الصَّارُوخَانِ الْمَعْرُوفَانِ بَعْدَ اسْتِزَاقٍ وَقُوَّةِهَا الصَّلْبِ عَلَى ارْتِفَاعِ 50 كم (30 ميلًا) وَيَهْبِطَانِ إِلَى الْأَرْضِ بِمِظْلَةٍ.

لَمَدَانِ دَقِيقَتَانِ  
يُفْعَلُ الْخُرُوجَانِ الْخَارِجِيَّ وَيُخْرَقُ قَبْلَ دُخُولِ الْمَدَارِ حَالًا وَرُجُوعِهِ إِلَى الْأَرْضِ.

الهبوط  
تُطَوَّرُ الْأُورْبِيْتَرُ عَكْسِيًّا مُسْتَعِدَّةً دَفْعَ مَحَرَكَاتِهَا لِتُخَفِّضَ سُرْعَتَهَا قَبْلَ الْعُودَةِ إِلَى الْخِلَافِ السُّوِي.

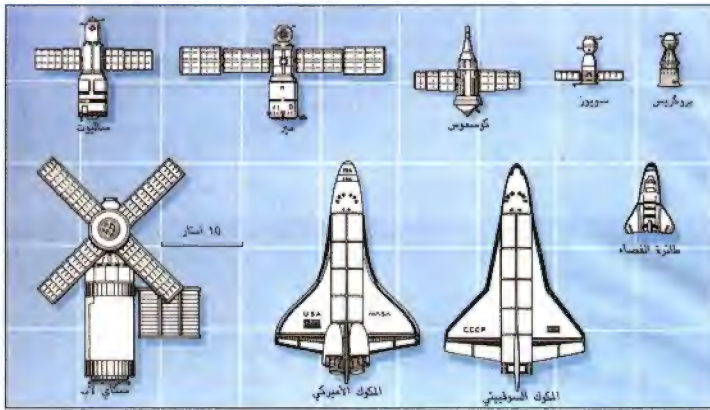
الهبوط على الأرض  
تَهْبِطُ الْأُورْبِيْتَرُ عَلَى الْأَرْضِ بِسُرْعَةٍ 390 كم/ساعة (240 ميل/ساعة) مُسْتَعِدَّةً مَقْلَعًا هَبُوطًا لِلْمُسَاعَدَةِ فِي تَلْفِيزِ السَّرْعَةِ.

العودة  
تُشَدِّدُ الْأُورْبِيْتَرُ بِاتِّجَاهِ الْعُودَةِ إِلَى الْغُلَافِ الْجُويِّ وَيَذَلُّهُ يَوْمُ الْأَجْرِ الْمَقَارِمِ لِلْحَرَارَةِ نَحَابَةِ الْمَكُوكِ مِنْ حَرَارَةِ الْإِحْتِكَاكِ.

في المدار  
تُسْتَعْمَدُ الْأُورْبِيْتَرُ مَحَرَكَاتِهَا الْخَاصَّةُ لِدَفْعِ نَفْسِهَا لِنُجُومِ الْمَدَارِ الْقَرِيبِ إِلَى الْأَرْضِ وَعِنْدَمَا يُطْلَقُ الْمَكُوكُ الْقِسْمُ الْأَحْيَاثِيَّ جِلَالِ طَيْرَانِهِ بِوَضْعٍ مَقْلُوبٍ.







يُبينُ الشَّكْلُ سُفْنَ الْفَضَاءِ الَّتِي آدَتْ أَوْ تُؤَدِّي دَوْرًا تَارِيخِيًّا فِي بَرْنَامِجِ مَحَطَّاتِ الْفَضَاءِ الرُّوسِيّ جَنِبًا إِلَى جَنِبِ مَعَ مَحَطَّةِ الْفَضَاءِ الْأَمْرِيكِيَّةِ وَالْمَكُوكِ الْأَمْرِيكِي.

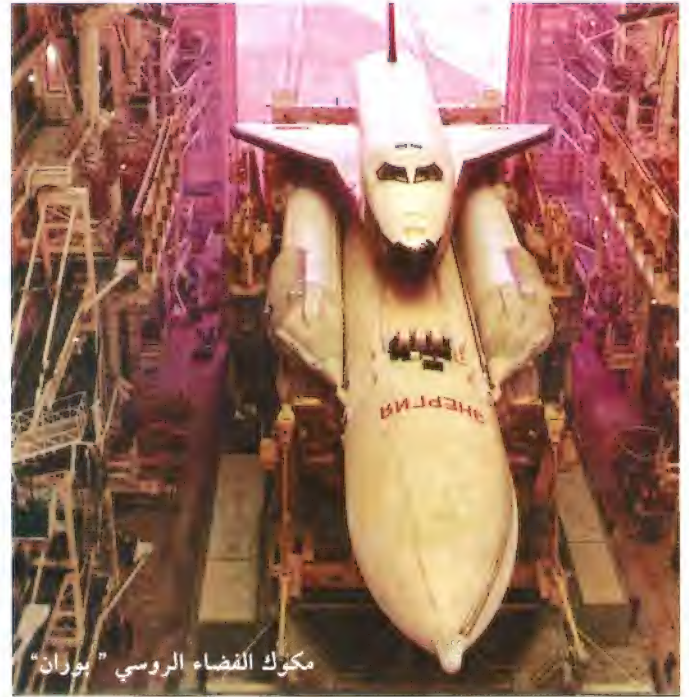
رُؤَادِ الْفَضَاءِ الْمَحْمُولِينَ عَلَيْهِ. كَمَا أَنَّ لِكُلِّ مِنْهُمَا مُسَوِّدَةً ضَخْمًا لِلْوُقُودِ، يُشَدُّ إِلَيْهِ بِصُورَةٍ رَاسِيَّةٍ.

وَقَدْ بَلَغَ وَزْنُ مَكُوكِ الْفَضَاءِ السُّوفِيَّتِيِّ بُورَانِ مِقْدَارَ (100) طَن، كَمَا بَلَغَ طُولُهُ (36.6) مِثْرًا، أَمَّا ارْتِفَاعُهُ وَهُوَ جَائِثٌ فَوْقَ سَطْحِ الْأَرْضِ فَهُوَ (17) مِثْرًا، وَعَرْضُهُ فِيمَا بَيْنَ نِهَائَيْ جَنَاحَيْهِ فَيَبْلُغُ (24.4) مِثْرًا.

وَنَظَرًا لِلسَّرْعَةِ الْكَبِيرَةِ الَّتِي يَهْبِطُ بِهَا مَكُوكُ الْفَضَاءِ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ، فَإِنَّ اخْتِكَاكَهُ بِالْغُلَافِ الْغَازِي لِلْأَرْضِ يَرْفَعُ حَرَارَةَ سَطْحِهِ الْخَارِجِيِّ إِلَى دَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، بِحَيْثُ لَا يُمْكِنُ لِأَحَدٍ أَنْ يَقْتَرِبَ مِنْهُ قَبْلَ مُضِيِّ نِصْفِ سَاعَةٍ عَلَى هُبُوطِهِ، عَلَى الْأَقْلَى. وَفِي نِهَائِيَةِ عَامِ 1989م، تَمَكَّنَتِ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ مِنْ إِطْلَاقِ مَكُوكِهَا الْفَضَائِيِّ (تشانجر - 2) بِنَجَاحٍ إِلَى الْفَضَاءِ، حَيْثُ قَامَ رُؤَادُ الْفَضَاءِ فِيهِ بِإِطْلَاقِ مَرْكَبَةٍ فَضَائِيَّةٍ غَيْرِ مَأْهُولَةٍ، كَانَ مُحْمَلًا بِهَا، بِاتِّجَاهِ كَوْكَبِ نَبْتُونِ لِإِلْتِقَاطِ صُورَةٍ لَهُ، وَلِإِجْرَاءِ دِرَاسَاتٍ عِلْمِيَّةٍ حَوْلَهُ.

### مَكُوكُ الْفَضَاءِ الدَّرِّيِّ

عِنْدَمَا تَمَّ التَّفَكُّيرُ فِي اسْتِكْشَافِ الْكَوَاكِبِ الْأُخْرَى، الْقَائِمَةِ فِي مَنْظُومَتِنَا الشَّمْسِيَّةِ، بِمَكُوكِ فَضَاءٍ غَيْرِ مَأْهُولٍ فِي الْبِدَايَةِ، ثُمَّ بِمَكُوكِ فَضَاءٍ مَأْهُولٍ فِي الْمَرْحَلَةِ الثَّانِيَةِ، تَمْهِيدًا لِاسْتِكْشَافِ



مَكُوكِ الْفَضَاءِ الرُّوسِي "بُورَان"

الْمَكُوكِ الرُّوسِيّ بُورَانِ الْمُثَبَّتِ عَلَى صَارُوخِ رَفْعِ إِنْجِرْجَا. وَقَدْ بَقِيَ دَاخِلَ الْحَظِيرَةِ حَتَّى قِيَامِهِ بِرَحْلَتِهِ الْأُولَى فِي تَشْرِينِ الثَّانِي مِنْ عَامِ 1989م. وَمِنْ الْوَاضِحِ أَنَّ تَصْمِيمَهُ يُمَاطِلُ تَصْمِيمَ الْمَكُوكِ الْأَمْرِيكِيِّ، لَكِنْ بُورَانُ لَا يَسْتَوْجِبُ أَنْ يَقُودَهُ طَيَارُونُ.

الِاتِّحَادِ السُّوفِيَّتِيِّ، وَالْمَعْرُوفُ بِاسْمِ (انيرغيا)، إِذْ بَلَغَتْ قُوَّةُ دَفْعِهِ (250) أَلْفَ حِصَانٍ، وَبَلَغَتْ سُرْعَةُ انْطِلَاقِهِ (9654) كَمِ فِي السَّاعَةِ، وَكَانَ وَزْنُهُ الْإِجْمَالِيُّ (2400) طَن، بِمَا فِيهِ وَزْنُ الْمَكُوكِ الَّذِي حَمَلَهُ.

وَقَدْ صُمِّمَ لِيَسْتَطِيعَ أَنْ يَحْمِلَ إِلَى مَدَارٍ حَوْلَ الْأَرْضِ مَا زِنْتُهُ (110) أَطْنَانِ، عِلْمًا بِأَنَّهُ لَا يَشْتَمِلُ إِلَّا عَلَى مَرْحَلَتِي دَفْعٍ، إِلَّا أَنَّهُ مُزَوَّدٌ بِأَرْبَعِ مُحَرَّكَاتٍ دَاخِلِيَّةٍ، تَعْمَلُ بِالْوُقُودِ السَّائِلِ الْمُؤَلَّفِ مِنَ الْأُوكْسِجِينِ وَالْهَيْدْرُوجِينِ، بِالإِضَافَةِ إِلَى أَرْبَعِ مُحَرَّكَاتٍ خَارِجِيَّةٍ تَعْمَلُ بِالْبَنْزِينِ وَبِالْأُوكْسِجِينِ السَّائِلِ.

وَيَكَادُ يُشَبُّ الْمَكُوكُ السُّوفِيَّتِيُّ (بُورَان) مَكُوكَ الْفَضَاءِ الْأَمِيرِكِيِّ تَشَالَنْجَرِ، إِذْ إِنَّ لِكُلِّ مِنْهُمَا جَنَاحَيْنِ وَذَيْلًا وَدَوَالِيبَ، وَيَهْبِطَانِ عَلَى مَدْرَجٍ طَوِيلٍ وَعَرِيضٍ عِنْدَ عَوْدَتِهِمَا إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ أَلْيَا، بِتَوَجُّهِهِ مِنْ مَرْكَزِ الْمُرَاقَبَةِ الْأَرْضِيَّةِ، أَوْ بِتَوَجُّهِهِ



وَيَقْتَرِحُ آخَرُونَ  
أَنْ تَقُومَ الطَّاقَةُ  
النُّوَوِيَّةُ، بَعْدَ بُلُوغِ  
الْمَكُوكِ الْفَضَائِيِّ  
الْخَارِجِيِّ، بِتَوَلِيدِ  
طَاقَةٍ كَهْرَبَائِيَّةٍ عَالِيَةٍ،  
تَدْفَعُ الْوُقُودَيْنِ  
السَّائِلِ وَالصُّلْبِ بِسُرْعَةٍ  
كَبِيرَةٍ إِلَى مَجْرَى ضَبْقٍ،  
مِمَّا يَزِيدُ طَاقَةَ دَفْعِهِمَا



نَسْتَحْدِثُ الْمَنْظُومَةَ الْمُقْتَرَحَةَ لِلدَّفْعِ بِالْمَادَّةِ الْمُضَادَّةِ  
أَقْرَاصاً مِنَ الْمَادَّةِ الْمُضَادَّةِ لِقِدْحِ انْفِجَارَاتِ  
انْشِطَارِيَّةٍ فِي شِرَاعٍ مَطْلَبٍ بِالْيُورَانِيُومِ.  
إِلَى (8) أَمْثَالِ مَا كَانَتْ عَلَيْهِ قَبْلَ تَدْخُلِ الطَّاقَةِ النَّوَوِيَّةِ.

وَقَدْ نَجَحَتْ أَوَّلُ تَجَرِبَةٍ مِنْ هَذَا الْقَبِيلِ، عِنْدَمَا تَوَصَّلَ  
الْعُلَمَاءُ إِلَى صُنْعِ مُوَلَّدٍ ذَرِّيٍّ صَغِيرِ الْحَجْمِ، يُوَلِّدُ طَاقَةَ  
كَهْرَبَائِيَّةٍ بِالاعْتِمَادِ عَلَى الْإِشْعَاعَاتِ النَّوَوِيَّةِ الَّتِي كَانَ يُشْعِهَا  
الْمَعْدِنُ الْمُشْعِ (البلوتونيوم 210).  
وَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ الْغَرَامَ الْوَاحِدَ مِنْ هَذَا الْمَعْدِنِ الْمُشْعِ يُمْكِنُ أَنْ  
يُعْطِيَ طَاقَةَ قَدْرُهَا (140) واط.



أَمْسَارُ تِرَانَزِيْتِ (الْعُبُورِ) الصَّنَاعِيَّةِ الثَّابِتَةِ لِلْبَحْرِ  
الْأَمْرِيكَانِيَّةِ فِي أَوَّلِ أَقْمَارِ صِنَاعِيَّةِ بِلَا حَيْثٍ. وَالْقَمَرُ  
الصَّنَاعِيُّ الشَّيْنِيُّ أَهْلًا، هُوَ تِرَانَزِيْتِ B4

وَعِنْدَمَا زُوِدَ الْقَمَرُ  
الصَّنَاعِيُّ (تِرَانَزِيْتِ) بِمُوَلَّدٍ  
مِنْ هَذَا النَّوعِ، يَغْتَمِدُ فِي  
تَوَلِيدِ الطَّاقَةِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ فِيهِ عَلَى الْمَعْدِنِ الْمُشْعِ (البلوتونيوم  
238)، اسْتَطَاعَ أَنْ يَقْطَعَ مَسَافَةَ (229) مِلْيُونِ كِيلُومِترٍ، دُونَ  
أَنْ يَظْهَرَ عَلَيْهِ أَيُّ ضَعْفٍ أَوْ تَقْصِيرٍ، سِوَاءِ فِي حَرَكَتِهِ أَوْ فِي

أَقْرَبِ كَوْكَبَةٍ نَجْمِيَّةٍ لَنَا، وَهِيَ كَوْكَبَةُ قَنطُورِسَ، تَبَيَّنَ أَنَّهُ لَا بُدَّ  
مِنْ تَأْمِينِ وَقُودٍ لَا يَأْخُذُ حِيزًا كَبِيرًا مِنْ حَجْمِ الصَّارُوخِ الْحَامِلِ  
لِلْمَكُوكِ الْفَضَائِيِّ، أَوْ مِنْ حَجْمِ الْمَكُوكِ ذَاتِهِ، لِإِسَاعِدِهِ عَلَى  
الِاسْتِمْرَارِ فِي رِحْلَتِهِ بَعْدَ انْفِصَالِ الصَّارُوخِ عَنْهُ؛ وَأَنْ يُوفَّرَ ذَلِكَ  
الْوَقُودُ، مَعَ صَغِيرِ حَجْمِهِ، طَاقَةَ دَفْعٍ هَائِلَةٍ، تَسْمَحُ لِلْمَكُوكِ  
الْفَضَائِيِّ بِبُلُوغِ أَهْدَافِهِ الْبَعِيدَةِ، وَبِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ.

وَقَدْ انْتَهَى الْعُلَمَاءُ الْيَوْمَ، إِلَى أَنَّ الطَّاقَةَ النَّوَوِيَّةَ Nuclear  
energy، هِيَ وَحْدَهَا الْقَادِرَةُ عَلَى تَحْقِيقِ ذَلِكَ، وَأَنَّ أَفْضَلَ  
مَادَّتَيْنِ مُشْعَتَيْنِ، تُوَلِّدَانِ تِلْكَ الطَّاقَةَ هُمَا مَعْدِنُ الْيُورَانِيُومِ  
وَمَعْدِنُ الْبَلُوتُونِيُومِ.



تَقَرُّمُ تَوَاتِلَاتٍ عَلَى فَعْلِ الْحَقِيقِ تَوْجُوْدُهُ عَلَى  
الْأَرْضِ بِتَوْصِيلِ الرِّسَالَةِ بَيْنَ رُكَّازِ الْفَضَاءِ فِي  
تَكْوِينِ الْفَضَاءِ (أَوْ فِي الْفَضَاءِ) وَالْقَلَمَاءِ فِي  
تَرْكُزِ تَرَاكُيَّةٍ وَتَوْجُوْدِ بَهَائِلِ الْفَضَاءِ.

وَبَيْنَمَا يَقْتَرِحُ بَعْضُ الْعُلَمَاءِ اسْتِخْدَامَ تِلْكَ الطَّاقَةِ النَّوَوِيَّةِ  
مُنْذُ بَدَايَةِ إِطْلَاقِ الْمَكُوكِ الْفَضَائِيِّ، يَرَى غَيْرُهُمْ أَنَّ يَتِمَّ  
اسْتِخْدَامَ الْوُقُودَيْنِ الصُّلْبِ وَالسَّائِلِ فِي عَمَلِيَّةِ إِطْلَاقِ الْمَكُوكِ  
الْفَضَائِيِّ وَحَتَّى يَبْلُغَ الْفَضَاءَ الْخَارِجِيَّ لِلْأَرْضِ، وَعِنْدَهَا تَقُومُ  
الطَّاقَةُ النَّوَوِيَّةُ الَّتِي جُهِّزَ بِهَا الْمَكُوكُ بِتَوَلِيدِ قُوَّةٍ دَفْعٍ ضَخْمَةٍ،  
تَدْفَعُ بِهِ نَحْوَ هَدَفِهِ، وَأَنَّ ذَلِكَ سَيُوفَّرُ نَفَقَاتٍ كَبِيرَةً، كَمَا  
سَيُسَاعَدُ عَلَى بُلُوغِ الْمَكُوكِ مَسَافَاتٍ فَضَائِيَّةً أَبْعَدَ.



الْعُلُومِ الْفَلَكِيَّةِ وَالْإِنْسَانِيَّةِ، وَغَيْرَهَا، أَشْوَاطًا كَبِيرَةً إِلَى الْأَمَامِ، بِسَبَبِ حَاجَةِ صِنَاعَةِ الصَّوَارِيخِ وَالْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ وَالْمَرْكَبَاتِ الْفَضَائِيَّةِ وَالْمَحَطَّاتِ الْمَدَارِيَّةِ إِلَى تَقْنِيَّةٍ عَالِيَةٍ، وَمَوَادِّ ذَاتِ مُوَاصَفَاتٍ خَاصَّةٍ، بِالإِضَافَةِ إِلَى مَا اقْتَضَاهُ أَمْرُ إِعْدَادِ رِجَالِ الْفَضَاءِ مِنْ اخْتِبَارَاتٍ طَبِيعِيَّةٍ وَنَفْسِيَّةٍ وَجَسَدِيَّةٍ، وَصُنْعِ مَا كَانُوا يَحْتَاجُونَ إِلَيْهِ مِنْ مَلَاسٍ وَأَدَوَاتٍ خِلَالَ رِحْلَاتِهِمُ الْفَضَائِيَّةِ.

وَفِي طَلِيعَةِ الصَّنَاعَاتِ الَّتِي شَمِلَهَا ذَلِكَ التَّطَوُّرُ :

#### (1) الصَّنَاعَاتُ الْمَعْدِنِيَّةُ :

لَقَدْ تَمَّ التَّوَصُّلُ إِلَى صُنْعِ سَبَائِكَ جَدِيدَةٍ تَتَحَمَّلُ دَرَجَاتٍ عَالِيَةً مِنَ الْحَرَارَةِ، كَمَا أَصْبَحَ بالإِمْكَانِ لَحْمُ صَفَائِحِ مَعْدِنِيَّةٍ بِالْغَةِ الرَّقَّةِ، وَاسْتِخْدَامُ مَعَادِنٍ فِي مَجَالَاتٍ لَمْ يَكُنْ قَدْ سَبَقَ اسْتِخْدَامُهَا فِيهَا.

وَمِنْ أَهَمِّ السَّبَائِكَ الَّتِي تَمَّ صُنْعُهَا :

- سَبِيكَةُ النِّبْكَلِ وَالْأَلْمِينِيومِ : الَّتِي تَتَحَمَّلُ دَرَجَاتٍ عَالِيَةً مِنَ الْحَرَارَةِ، بِالإِضَافَةِ إِلَى خِفَّةِ وَزْنِهَا، وَشِدَّةِ صَلَابَتِهَا.
- سَبِيكَةُ التِّتَانِيومِ : الَّتِي تَمْتَازُ بِصَلَابَتِهَا الْمُعَادِلَةِ لِصَلَابَةِ الصُّلْبِ، إِنَّمَا تَتَفَوَّقُ عَلَيْهِ بِخِفَّةِ وَزْنِهَا، مِمَّا سَاعَدَ عَلَى اسْتِخْدَامِهَا فِي صُنْعِ الطَّائِرَاتِ الْحَرْبِيَّةِ وَالْمَدَنِيَّةِ، وَفِي الصَّنَاعَاتِ الْبُتْرُو كِيمِيَايِيَّةِ الَّتِي تَحْتَاجُ إِلَى مَعْدِنٍ يَتَحَمَّلُ الْحَرَارَةَ الشَّدِيدَةَ، وَلَا يَتَفَاعَلُ مَعَ الْأَحْمَاضِ وَالْمَوَادِّ الْكِيمِيَايِيَّةِ الْآخَرَى.

- سَبِيكَةُ الْبِيرِيلِيومِ : الَّتِي تَمْتَازُ بِوِزْنِهَا الْخَفِيفِ، وَصَلَابَتِهَا الْكَبِيرَةِ، بِالإِضَافَةِ إِلَى عَدَمِ تَأَثُّرِهَا بِالْحَرَارَةِ الْمُرْتَفِعَةِ، أَوْ بِالْأَحْمَاضِ.

وَكَانَ مَعْدِنُ الْبِيرِيلِيومِ يُعْرَفُ بِالْمَعْدِنِ (الْمُلْعُونِ)، عِنْدَمَا كَانَ يُسْتَخْدَمُ وَحْدَهُ، قَبْلَ صُنْعِ سَبِيكَةٍ مِنْهُ، لِأَنَّهُ كَانَ يُسَبِّبُ أَمْرَاضًا خَطِيرَةً فِي رِثَاتِ الْعَالَمِيِّينَ فِي صِنَاعَتِهِ، لَدَى مُلَامَسَتِهِ الْمُتَكَرِّرَةِ أَيْدِيَهُمْ أَوْ جُلُودَهُمْ.

عَمَلِ الْأَجْهَزَةِ الْمُحْمَلِ بِهَا، وَالَّتِي لَا تَزَالُ تَعْمَلُ حَتَّى الْيَوْمِ عَلَى أَكْمَلِ وَجْهِهِ.

وَمِنْ الْاِخْتِرَاحَاتِ الَّتِي قَدَّمَهَا الْعُلَمَاءُ لِرِيزَادَةِ طَاقَةِ مَكُوكِ الْفَضَاءِ، وَلِتَحْقِيقِ وُصُولِهِ إِلَى مَسَافَاتٍ أَبْعَدَ، إِقَامَةُ مَحَطَّاتٍ فَضَائِيَّةٍ، تَكُونُ مَدَارَاتِهَا عَلَى ارْتِفَاعِ (1000 - 2000) كَمِ عَنْ سَطْحِ الْأَرْضِ، يُحْمَلُ إِلَيْهَا مَكُوكُ الْفَضَاءِ بِوَسَاطَةِ صَارُوخٍ، لِيَتِمَّ إِطْلَاقُهُ مِنْ عَلَى ظَهْرِ إِحْدَى تِلْكَ الْمَحَطَّاتِ، حَيْثُ يُسَاعِدُ انْعِدَامُ الْجاذِبِيَّةِ هُنَاكَ، عَلَى إِعْطَاءِ ذَلِكَ الْمَكُوكِ قُوَّةً دَافِعَةً كَبِيرَةً، وَبِكُلْفَةٍ قَلِيلَةٍ.

#### الصَّنَاعَاتُ وَالْعُلُومُ الَّتِي طَوَّرَهَا عَصْرُ الْفَضَاءِ

لَقَدْ أَدَّى عَصْرُ الْفَضَاءِ إِلَى تَطَوُّرٍ

كَبِيرٍ فِي شَتَّى الْمَجَالَاتِ : الصَّنَاعِيَّةِ وَالطَّبِيعِيَّةِ وَالْإِلِكْتُرُونِيَّةِ، وَإِلَى دَفْعِ



#### حِمَايَةُ تَمَثَالِ الْحُرِّيَّةِ

تمثال الحرية في ميناء نيويورك هو أحد النصب التذكارية المطلقة بغطاء صلب مقاوم للظروف المناخية يُسمى (IC531). وصُنِعَ أساساً لحماية نصب الإطلاق لبعثات (ابولو) القمرية من غُضَبِ مُحَرِّكَاتِ الصَّارُوخِ والتَّآكُلِ مِنَ الْبَحْرِ الْقَرِيبِ. إِنَّ هَذَا الْغِطَاءَ عبارة عن طلاء سيراميكي لِتَأْمِينِ مُسْتَوَى عَالٍ مِنَ الْحِمَايَةِ بِطَلَاءٍ لِمَرَّةٍ وَاحِدَةٍ فَقَطْ.



مِظَلَّاتِ الهُبُوطِ الْوَاقِيَةِ الَّتِي اسْتُخْدِمَهَا رُؤَادُ الْفَضَاءِ، أَوْ زُوِّدَتْ بِهَا أَجْهَزَةُ الْفَضَاءِ الَّتِي رُسِمَ لَهَا أَنْ تَهْبِطَ بِهَدوءٍ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ، لِإِعَادَةِ اسْتِخْدَامِهَا. وَيُنْتَظَرُ لِمِثْلِ هَذَا النَّسِجِ الْمَعْدِنِيِّ مُسْتَقْبَلُ بَاهِرٍ فِي مَجَالِ صِنَاعَةِ الْأَبْسَةِ النَّاسِ الْعَادِيِّينَ فِي الْمُسْتَقْبَلِ، أَوْ الَّذِينَ تَضَطَّرُّهُمْ ظُرُوفُ عَمَلِهِمْ إِلَى اسْتِخْدَامِ مِثْلِ تِلْكَ الْأَبْسَةِ.

وَأَجْرِي تَطْوِيرٌ عَلَى فَحْمِ الْغَرَفِيَّتِ الَّذِي يُسْتَعْمَلُ، بِسَبَبِ طَرَاوَتِهِ، فِي صُنْعِ أَفْلَامِ الرِّصَاصِ، إِذْ أُخْدِتِ نَوْعٌ مِنْهُ شَدِيدِ الصَّلَابَةِ، يَتَحَمَّلُ دَرَجَاتٍ عَالِيَةً مِنَ الْحَرَارَةِ، مِمَّا جَعَلَهُ صَالِحاً لَصِنَاعَةِ أَغْلَقَةِ أَنْبِيبِ الْإِخْتِرَاقِ فِي الصَّوَارِيخِ، كَمَا أَصْبَحَ يُسْتَعْمَلُ فِي تَبْطِينِ أَرَاظِي الْأَفْرَانِ، وَفِي صُنْعِ الْعَلَبِ الَّتِي يَتِمُّ فِيهَا الْإِخْتِرَاقُ الذَّرِّيُّ.

كَمَا أَوْجَدَتْ خِلَاطُ مَعْدِنِيَّةٍ تَقَاوُمِ الضُّغُوطِ الْكَبِيرَةِ الَّتِي تَخْضَعُ لَهَا، مِثْلُ خِلَاطِ الْكرومِ وَالْمُولِيدِنِ وَالْفَانَادِيومِ الَّتِي تَتَحَمَّلُ ضَغْطاً زَيْدُ عَلَى (200) كغ عَلَى الْمِيلِيمِترِ الْمُرَبَّعِ الْوَاحِدِ، فِي حِينِ كَانِ لَا يَزِيدُ تَحَمُّلُ أَقْوَى الْخِلَاطِ، الَّتِي كَانَتْ مَعْرُوفَةً مِنْ قَبْلُ، ضَغْطاً زَيْدُ عَلَى (80) كغ عَلَى الْمِيلِيمِترِ الْمُرَبَّعِ الْوَاحِدِ. وَقَدْ اسْتُخْدِمَتْ تِلْكَ الْخِلَاطُ، بِالإِضَافَةِ إِلَى اسْتِخْدَامِهَا فِي مَجَالِ التَّجْهِيْزَاتِ الْفَضَائِيَّةِ، فِي صُنْعِ الْأَدَوَاتِ الْمُتَنَوِّعَةِ الَّتِي تَحْتَاجُ إِلَيْهَا الْمَعَامِلُ أَوْ وَسَائِلُ الْمَوَاصِلَاتِ أَوْ الْأَسْلِحَةِ أَوْ الْأَبْنِيَّةِ، إِلَى غَيْرِ ذَلِكَ مِنَ الْمَجَالَاتِ الْمُخْتَلِفَةِ، تَحْتَ اسْمِ الْخِلِيطَةِ فَاكْسُوجِيَّتِ (1000).

وَمِنْ التَّطَوُّرَاتِ الْمُثِيرَةِ لِلِإِهْتِمَامِ فِي مَجَالِ الصَّنَاعَاتِ الْمَعْدِنِيَّةِ، التَّمَكُّنُ مِنْ لَحْمِ سَبَائِكِ الْأَلْمُنِيومِ الَّتِي لَا يَزِيدُ سُمْكُهَا عَلَى (10) مِيكْرُونَاتٍ، أَيْ مَا يُعَادِلُ (10/1) مِنْ الْمِيلِيمِترِ، وَذَلِكَ عَنْ طَرِيقِ اسْتِخْدَامِ غَازِ التَّنْغِسْتِينِ الْخَامِلِ

وَنَظَرًا لِمِيزَاتِهِ الْكَثِيرَةِ الَّتِي جَعَلَتْ مِنْهُ مَعْدِناً هَاماً فِي صِنَاعَةِ التَّجْهِيْزَاتِ اللَّازِمَةِ لَصِنَاعَةِ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ وَسُفُنِ الْفَضَاءِ وَغَيْرِهَا، فَقَدْ انْكَبَّ الْعُلَمَاءُ عَلَى إِيجَادِ طَرَائِقِ تَقْيِ الْإِنْسَانَ مِنْ خَطَرِهِ، وَظَلُّوا يُتَابِعُونَ تَجَارِبَهُمْ حَوْلَهُ، حَتَّى تَوْصَلُوا إِلَى صِنَاعَةِ



المواد القابلة لخدمة مواد أغطية الغزل الحراري حالياً بشكل واسع في القفازات والأحذية المستخدمة في التزلج والملابس الشتوية الأخرى. والغطاء الحراري عبارة عن صفيحة معدنية رقيقة منسوجة بمزيج معدني والبال خفيفة تقوم بسحب انبعاث الحرارة بالاشعاع أو التوصيل.

سَبِيكَةٍ مِنْهُ، لَا تَحْمِلُ فِي ثَنَائِهَا أَيْ خَطَرَ أَوْ أَدَى لِلْإِنْسَانِ.

وَطُوِّرَتْ صِنَاعَةُ السَّبَائِكِ الَّتِي تَدْخُلُ فِي تَرْكِيبِهَا مَعَادِنُ الْكُوبَالْتِ وَالنِّيكِلِ وَالْأَلْمُنِيومِ، حَيْثُ أَصْبَحَ مِنَ الْمُمْكِنِ الْإِعْتِمَادُ عَلَيْهَا فِي الْمَجَالَاتِ الَّتِي تَتَعَرَّضُ لِحَرَارَةٍ شَدِيدَةٍ أَوْ بُرُودَةٍ شَدِيدَةٍ، بِالإِضَافَةِ إِلَى عَدَمِ تَفَاعُلِهَا مَعَ الْأَحْمَاضِ، وَغَيْرِهَا مِنَ الْمَوَادِّ الْكِيمِيَاءِيَّةِ الْأُخْرَى. لِذَا أَصْبَحَتْ تَدْخُلُ فِي صِنَاعَةِ الْعَنْقَاتِ وَالْمُحَرِّكَاتِ النَّفَاثَةِ وَالْغَوَاصَاتِ وَالْأَفْرَانِ الذَّرِّيَّةِ.

وَقَضَّتِ الْحَاجَةُ بِإِيجَادِ سَبَائِكِ أُخْرَى، ذَاتِ مُوَاصَفَاتٍ لَمْ تُوفَرْهَا السَّبَائِكُ السَّابِقَةُ؛ فَتَمَّ صُنْعُ سَبَائِكٍ جَدِيدَةٍ، مِنْهَا سَبِيكَةُ التَّنْغِسْتِينِ وَسَبِيكَةُ الْكُولُومْبِيومِ وَسَبِيكَةُ التِّيْتَانِيومِ وَسَبِيكَةُ الْمُولِيدِنِ.

وَأَمَّا صُنْعُ نَسِيجٍ مِنْ خُبُوطٍ فُولَادِيَّةٍ، غَيْرِ قَابِلَةٍ لِلصَّدَأِ، لَا يَزِيدُ قَطْرُ الْخَيْطِ الْمَعْدِنِيِّ مِنْهَا عَلَى (5/1) قَطْرِ الشَّعْرَةِ؛ عَلَماً بِأَنَّ النَّسِيجَ الَّذِي صُنِعَ مِنْ تِلْكَ الْخُبُوطِ، يَمْتَّازُ بِأَنَّهُ ذُو مُقَاوَمَةٍ كَبِيرَةٍ لِلتَّمَرُّقِ وَالتَّكَلُّ، بَرغمَ تَعَرُّضِهِ لِلْحَرَارَةِ الشَّدِيدَةِ، وَلِلْمُرْكَبَاتِ الْكِيمِيَاءِيَّةِ الْمُخْتَلِفَةِ، لِذَا صُنِعَتْ مِنْهُ



فِي تِلْكَ الْعَمَلِيَّةِ .

الْكَهْرَبَائِيَّةِ الْمُسْتَمَدَّةِ مِنَ الشَّمْسِ، عَبْرَ مُدْخَرَاتٍ صَغِيرَةٍ، فِي تَسْيِيرِ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ، وَفِي تَزْوِيدِ مَرْكَبَاتِ الْفَضَاءِ بِهِمَا .  
وَاسْتِخْدَامِ الْهَيْدُرُوجِينَ السَّائِلِ كَوُقُودٍ فِي عَمَلِيَّةِ إِطْلَاقِ الصَّوَارِيخِ، قَادَ الْعَامِلِينَ فِي صِنَاعَةِ السَّيَّارَاتِ الْيَوْمَ، إِلَى اسْتِخْدَامِ غَازِ الْهَيْدُرُوجِينَ السَّائِلِ الْمُبَرَّدِ، فِي تَسْيِيرِ سَيَّارَاتٍ صُمِّمَتْ حَدِيثًا، بَعْدَ أَنْ يُعْرَضَ ذَلِكَ الْغَازُ السَّائِلُ إِلَى حَرَارَةٍ كَافِيَةٍ لِإِعَادَتِهِ إِلَى حَالَتِهِ الْغَازِيَّةِ مِنْ جَدِيدٍ، حَيْثُ يُدْفَعُ عَبْرَ أَنْبُوبٍ بِاتِّجَاهِ عَنَقَةٍ، يُدِيرُهَا بِقُوَّةٍ، وَيُؤَدِّي دَوْرَانَهَا السَّرِيعَ إِلَى تَوَلِيدِ طَاقَةٍ كَهْرَبَائِيَّةٍ كَافِيَةٍ لِدَفْعِ السَّيَّارَةِ بِسُرْعَةٍ تَصِلُ إِلَى (90) كَم فِي السَّاعَةِ .

وَمِيزَةُ هَذَا الْوُقُودِ (الْهَيْدُرُوجِينَ السَّائِلِ) أَنَّهُ لَا يَحْتَاجُ إِلَى حَبْزٍ كَبِيرٍ لِحِفْظِهِ فِي السَّيَّارَةِ، إِذْ يَكْفِي أَنْ نَمْلَأَ بِهِ الْمُسْتَوْدَعَ الْعَادِيَّ لِلْسَّيَّارَةِ، حَتَّى تَقْطَعَ بِنَا مَسَافَةً (2000 - 3000) كَم، قَبْلَ أَنْ تَحْتَاجَ إِلَى تَزْوِيدِهَا بِذَلِكَ الْوُقُودِ الْغَازِيِّ ثَانِيَةً، وَذَلِكَ بِسَبَبِ امْتِكَانِيَّةِ إِعَادَةِ الْقِسْمِ الْأَكْبَرِ مِنْ ذَلِكَ الْغَازِ، بَعْدَ إِدَارَتِهِ الْعَنَقَةَ، إِلَى مُسْتَوْدَعِ الْوُقُودِ فِي السَّيَّارَةِ، عَلَى شَكْلِ هَيْدُرُوجِينَ سَائِلٍ وَمُبَرَّدٍ، لِيُسْتَعْمَلَ ثَانِيَةً فِي إِدَارَةِ الْعَنَقَةِ، وَتَوَلِيدِ الطَّاقَةِ .



التصوير مِنَ الْفَضَاءِ

وَتَمْتَّازُ مِثْلُ هَذِهِ السَّيَّارَاتِ، عَنْ السَّيَّارَاتِ الَّتِي نَعْرِفُهَا مِنَ النَّوعِ

السَّيَّاحِيِّ الَّذِي يَتَسَّعُ لِخَمْسَةِ أَشْخَاصٍ، بِخِفَّةٍ وَزْنِهَا، إِذْ لَا يَزِيدُ وَزْنُهَا وَهِيَ فَارِغَةٌ عَلَى (1200) كَغ، وَبَعْدَ صُدُورِ صَوْتٍ عَنْهَا أَثْنَاءَ سَيْرِهَا، وَبَعْدَ تَرْكِ آيَةٍ بَقَايَا احْتِرَاقٍ تُلَوِّثُ الْجَوَّ أَوْ تُفْسِدُ الْبَيْئَةَ .

وَفِي مَجَالِ الْأَلَاتِ الزَّرَّاعِيَّةِ، نَجِدُ أَنَّ تَطْوِيرًا مَلْحُوظًا قَدْ طَرَأَ عَلَيْهَا، حِينَ اسْتِفِيدَ مِنْ خِبْرَةِ الْعَامِلِينَ فِي صِنَاعَةِ الْأَجْهَزَةِ الْفَضَائِيَّةِ فِي ذَلِكَ التَّطْوِيرِ، حَتَّى أَنَّ الْحَاصِدَةَ الَّتِي

كَمَا اسْتُحْدِثَتْ طَرَائِقُ جَدِيدَةٌ لِوَصْلِ الْمَعَادِنِ مَعَ بَعْضِهَا، لَا تَعْتَمِدُ عَلَى طَرِيقَةِ اللَّحَامِ، وَإِنَّمَا تَعْتَمِدُ عَلَى دَمْجِ طَرَفَيْ اللَّوْحَيْنِ الْمَعْدِنِيَّيْنِ بِبَعْضِهِمَا، بِتَغْرِيزِ هَذَيْنِ الطَّرَفَيْنِ لَضَغْطٍ شَدِيدٍ، يَنْتُجُ عَنْ انْفِجَارِ مَادَّةٍ شَدِيدَةِ التَّفْجُرِ، تُوْجُّهُ طَاقَتُهَا الْمُتَوَلِّدَةُ عَنْ ذَلِكَ، بِجِهَازٍ خَاصٍّ نَحْوَ طَرَفَيْ اللَّوْحَيْنِ الْمَعْدِنِيَّيْنِ، مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى انْدِمَاجِهِمَا، حَيْثُ يَتَحَوَّلُ اللَّوْحَانِ إِلَى لَوْحٍ مَعْدِنِيٍّ وَاحِدٍ، لَا يَظْهَرُ فِيهِ أَيُّ أَثَرٍ لِلْأَثَارِ الَّتِي تُخَلِّفُهَا عَمَلِيَّةُ اللَّحَامِ فِي الْعَادَةِ .

وَمِنْ أَدَوَاتِ اللَّحَامِ الْحَدِيثَةِ وَالْفَعَّالَةِ الْمُسَدِّسُ الْإِلِكْتُرُونِي الَّذِي يَقُومُ بِلَحْمِ الْمَعَادِنِ الَّتِي يَحْتَاجُ لَحْمُهَا إِلَى حَرَارَةٍ تَفُوقُ (1700°) دَرَجَةَ مِثْوَيَّةٍ .

## (2) صِنَاعَةُ وَسَائِلِ الْمُواصَلَاتِ وَالْآلَاتِ الزَّرَّاعِيَّةِ :

كَانَتْ شَرِكَةُ فُورْدَ لِلْسَّيَّارَاتِ، قَدْ تَوَصَّلَتْ إِلَى صُنْعِ سَيَّارَةٍ، تُسَيِّرُهَا الطَّاقَةُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ الْمُوَلَّدَةُ مِنَ الشَّمْسِ، عَنْ طَرِيقِ مُدْخَرَاتٍ مُقَامَةٍ عَلَى سَطْحٍ وَاسِعٍ، كَانَ يُشَكِّلُ سَقْفَ السَّيَّارَةِ، أَوْ غِطَاءَ مُحَرَّكَيْهَا؛ إِلَّا أَنَّ كِبَرَ السَّطْحِ الْحَامِلِ لِلْمُدْخَرَاتِ، وَبُطْءَ حَرَكَةِ السَّيَّارَةِ الَّتِي لَمْ تَتَجَاوَزْ سُرْعَتَهَا (40) كَم فِي السَّاعَةِ، حَالًا دُونَ تَصْنِيعِ مِثْلِ هَذِهِ السَّيَّارَةِ عَلَى نِطَاقٍ تِجَارِيٍّ .

وَلَمَّا جَاءَ عَصْرُ الْفَضَاءِ، اسْتَطَاعَ اسْتِخْدَامُ الطَّاقَةِ



يُسْتَخْدَمُ الْقَمَرُ الصُّنْعِيُّ كُورُوتِ الْوَحَاءِ كَبِيرَةٍ مِنَ الْخَلَايَا الشَّمْسِيَّةِ وَذَلِكَ لِتَزْوِيدِهِ بِالطَّاقَةِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ اللَّازِمَةِ لِعَمَلِهِ .



الأخرى، غير الفضائية، التي تستخدمها، كما هو الحال في المصارف ودوائر الدولة المختلفة والمصالح التجارية والصناعية، وفي مجال التخطيط والإحصاء اللذين أصبحا يلعبان دوراً بارزاً في جميع مناحي حياة الشعوب لتنظيم أمورها، وللكشف عن واقعها، ولمعرفة مدى إمكانيتها تحقيق تطلعاتها.

لذا نجدّه منتشرًا على أوسع نطاق اليوم، حتى في مجالات الإعلام والنشر والاستفتاء والمكتبات العامة وتحديد عدد الطلاب الذين يقبلون في مختلف فروع الجامعات؛ وفي تنظيم حركة الطيران وتحركات القطر؛ وفي مكاتب حجز تذاكر السفر؛ وفي ضبط مياه الري وتوزيعها وفق الزمن المخصص لكل مساحة زراعية تعتمد على تلك المياه في زراعتها؛ وكذلك في مراقبة جودة المنتجات، وطرائق تسويقها وتخزينها ونقلها؛ وفي مراقبة وحراسة دوائر الدولة والمؤسسات الاقتصادية الهامة، وحتى في منازل كبار المسؤولين ورجال الأعمال، لإصدار الإنذار فور وقوع أية محاولة سطو أو اعتداء؛ وفي مراقبة تهريب المواد المخدرة؛ وفي تقديم جميع المعلومات المطلوبة عن المجرمين والمشتبه بهم والملاحقين؛ وفي مجال القدرة الكهربائية، لحساب مقدار الطاقة المولدة، والمستهلكة، والقيام بفتح معابر المياه المؤدية إلى العنق في السدود، أو معابر المياه التي تنقل مياه الشرب أو مياه الري؛ كما تراقب نقل الطاقة الكهربائية، ومراكز التوتر العالي، ومدى تحملها، وتحمل الأسلاك المتصلة بها، لتلك الطاقة.

وتم إنتاج حاسوب مزود بجهاز تلفازي، يمكننا من مراقبة عمليات لحم الأجزاء المعدنية الدقيقة، أو صحة تركيبها في أماكنها المعدة لها بشكل سليم؛ كما يمكننا من الكشف عن سلامة الأقسام الداخلية في المفاعلات الذرية،

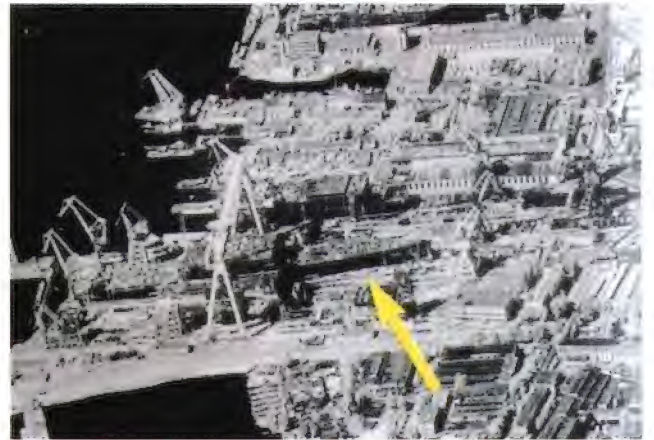
لعبت دوراً كبيراً في سرعة جني المحاصيل، وتوفير اليد العاملة، إنما اخترعت على يد أحد العلماء العاملين في صناعة الفضاء.

### (3) في مجال الأجهزة البصرية وآلات التصوير :

إن حاجة الأقمار الصناعية، والمركبات الفضائية، إلى عدسات بالغة الصفاء، شديدة المقاومة، لاستخدامها في مجال المراقبة وآلات التصوير التي حملت بها تلك الأقمار والمركبات، ساعد على تطوير صناعة عدسات النظارات والمجاهر والمراقبة وآلات التصوير.

### (4) في مجال الحاسوب :

لقد لعب الحاسوب Computer الدور الأول والأهم، ولا زال، في مجال إطلاق الصواريخ والأقمار الصناعية والمركبات والمحطات الفضائية، وتوجيهها،



في هذه الصورة المجالفة باستخدام الحاسوب، يظهر قمر التصوير KH-11 قيام البحرية الروسية ببناء أول مفاعل نووي على شرفا نيكولايف في أوكرانيا (عند السهم الأصفر).

وضبط جميع أجهزتها، سواء عند صنعها أو أثناء قيامها بمهامها؛ كما كان يوكل إليه أمر الإنذار بالأخطار التي قد تتعرض لها، وبطرائق تلافيها؛ وقد استطاع أن يقوم بألوف ملايين العمليات الرياضية والفيزيائية وغيرها، خلال لحظات أو ثوان محدودة.

وقد انعكس أمر الاهتمام بالحاسوب، لجعله في أعلى مستوى من الدقة والمهارة والضبط على جميع النواحي



أَصْدَرُوا التَّعْلِيمَاتِ حَوْلَ التَّدَابِيرِ الَّتِي يَجِبُ اتِّخَاذُهَا لِإِسْعَافِ الْمَرِيضِ قَبْلَ وُصُولِهِمْ إِلَيْهِ .

وَقَدْ اسْتُفِيدَ مِنْ هَذِهِ الْأَجْهَزةِ فِي الْكَشْفِ عَنْ صِدْقِ أَوْ كَذِبِ الْأَقْوَالِ الَّتِي يُدْلِي بِهَا الْمُجْرِمُونَ وَاللُّصُوصُ وَالْمُشْتَبَهُ بِهِمْ أَتْنَاءَ التَّحْقِيقِ مَعَهُمْ ، وَذَلِكَ عَنْ طَرِيقِ مُلَاحَظَةِ التَّغْيِيرَاتِ الَّتِي تَطْرَأُ عَلَى نَبْضِهِمْ وَتَنَفُّسِهِمْ وَضَغْطِ دِمِهِمْ وَالتَّهَيُّجَاتِ الَّتِي تَسْطِرُّ عَلَى أَعْصَابِهِمْ .

وَتَمَّ صُنْعُ الْعَدِيدِ مِنَ الْأَجْهَزةِ الَّتِي تُوضَعُ بِمُلاَمَسَةِ مَكَانٍ مُعَيَّنٍ مِنْ جِسْمِ الْمَرِيضِ ، يَكْشِفُ بَعْضُهَا عَنْ انْتِظَامِ النَّبْضِ ، وَبَعْضُهَا الْآخَرَ عَنْ ضَغْطِ الدَّمِ ، أَوْ عَنْ حَالَةِ الْقَلْبِ ، أَوْ عَنْ ارْتِفَاعِ الْحَرَارَةِ ، إِلَى غَيْرِ ذَلِكَ مِنَ الْحَالَاتِ الصَّحِّيةِ الَّتِي تَسْتَوْجِبُ مُرَاقَبَةً دَائِمَةً مِنْ قِبَلِ الْمُصَابِينَ بِهَا ، لِتَنَدَارَكُوا مُعَالَجَةَ أَنْفُسِهِمْ قَبْلَ فَوَاتِ الْأَوَانِ . كَمَا أَمَكَّنَ صُنْعُ عَقَاقِيرِ وَأَدْوِيَةٍ ، وَمَوَادِّ كِيمِيَائِيَّةٍ ، وَخَلَائِطٍ جَدِيدَةٍ فِي مَرْكَبَاتِ وَمَحَطَّاتِ الْفَضَاءِ ، وَهِيَ فِي حَالَةِ انْعِدَامِ الْوِزْنِ ، لَمْ يَكُنْ مِنَ الْمُمَكِّنِ صُنْعُهَا عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ ، وَفِي شُرُوطِ الْجاذِبِيَّةِ وَالضَّغْطِ الْجَوِيِّ السَّائِدينِ عَلَيْهِ .

#### (6) فِي مَجَالِ حِفْظِ الْأَطْعِمَةِ :

لِكَيْ يَضْمَنَ الْعَامِلُونَ فِي صِنَاعَةِ الْفَضَاءِ تَخْفِيفَ وَزْنِ الْمَرْكَبَةِ الْفَضَائِيَّةِ الْمَأْهُولَةِ ، كَيْ لَا تَسْتَهْلِكَ كَمِيَّةً كَبِيرَةً مِنَ الْوَقُودِ عِنْدَ رَفْعِهَا إِلَى مَدَارِهَا ، عَمِلُوا عَلَى جَعْلِ وَزْنِ الْمَوَادِّ الْغِذَائِيَّةِ الضَّرُورِيَّةِ لِرُؤَادِ الْفَضَاءِ كَأَخَفَ مَا تَكُونُ ، كَمَا جَعَلُوا حَجْمَهَا كَأَصْغَرَ مَا يُمَكِّنُ أَنْ تَصِيرَ إِلَيْهِ ، كَيْ لَا تَأْخُذَ حِيزًا مِنْ فَرَاغِ تِلْكَ الْمَرْكَبَةِ الْمُحْدُودِ ، وَاتَّخَذُوا كَافَّةَ الْاِحْتِيَاطَاتِ لِنَبْطِ سَلِيمَةٍ ، وَلَوْ طَالَ عَلَيْهَا الْأَمَدُ ، مَعَ الْمُحَافَظَةِ عَلَى قِيَمَتِهَا الْغِذَائِيَّةِ وَنَكْهَتِهَا .

وَلِتَأْمِينَ ذَلِكَ كُلَّهُ ، عَالَجُوا تِلْكَ الْمَوَادِّ بِطَرَائِقَ شَتَّى ، كَالْتَجْفِيفِ وَالتَّبْخِيرِ وَالضَّغْطِ وَالتَّجْمِيدِ وَالتَّبْرِيدِ ، وَتَحْوِيلِ

وَانْتِظَامِ عَمَلِهَا ؛ وَكَذَلِكَ يَكْشِفُ لَنَا عَنْ سَلَامَةِ خُطُوطِ أَنْأَيْبِ الْمِيَاهِ وَالْغَازِ وَالبَثْرُولِ ، وَهِيَ تَحْتَ الْأَرْضِ ، وَعَمَّا إِذَا كَانَ فِيهَا نَقَاطُ ضَعْفٍ ، أَوْ شُقُوقٌ أَوْ ثُقُوبٌ ، وَعَنْ مَدَى إِحْكَامِ رِبْطِهَا بِنَعْصِهَا بِوَسَاطَةِ الْأَطْوَاقِ الْمَعْدِنِيَّةِ الْوَاصِلَةِ فِيْمَا بَيْنَهَا .

(5) فِي التَّشْخِصِ وَالْمُعَالَجَةِ الطَّبِيَّةِ وَصُنْعِ بَعْضِ الْعَقَاقِيرِ :  
يَدَافِعُ مِنَ الْحِرْصِ عَلَى سَلَامَةِ صِحَّةِ رُؤَادِ الْفَضَاءِ ، وَتَتَّبِعُ حَالَتهِمُ الْجَسَدِيَّةِ وَالنَّفْسِيَّةِ ، تَمَّ صُنْعُ أَجْهَزةٍ لِاسْلِكِيَّةِ ، تُوضَعُ بِمُلاَمَسَةِ أَجْسَادِهِمْ ، تَسْتَطِيعُ أَنْ تَنْقُلَ إِلَى شَاشَةِ التَّلْفَازِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ ، حَرَارَةَ أَجْسَامِهِمْ وَنَبْضَاتِ قُلُوبِهِمْ وَانْتِظَامَ تَنَفُّسِهِمْ وَحَالَاتِ التَّوَثُّرِ الْعَصَبِيِّ الَّذِي قَدْ يُصِيبُهُمْ ، حَتَّى وَلَوْ كَانُوا عَلَى ارْتِفَاعٍ يَتَجَاوَزُ (400) أَلْفَ كِيلُومِتْرٍ عَنْ سَطْحِ الْأَرْضِ .

وَقَدْ أُدْخِلَ مِثْلُ تِلْكَ الْأَجْهَزةِ الْيَوْمَ ، إِلَى الْمَشَافِي وَالْعِيَادَاتِ الطَّبِيَّةِ ، وَبِخَاصَّةٍ إِلَى مَرَاكِزِ الْعِنَايَةِ الْمُشَدَّدَةِ الَّتِي تَضُمُّهَا مِثْلُ تِلْكَ الْمَشَافِي وَالْعِيَادَاتِ ، حَيْثُ أَصْبَحَ بِالْإِمْكَانِ مُرَاقَبَةُ الْحَالَةِ الصَّحِّيةِ لِلْمَرْضَى الْمَوْضُوعِينَ تَحْتَ الْعِنَايَةِ الْمُشَدَّدَةِ ، وَذَلِكَ عِنْدَمَا يَكُونُ الْأَطِبَّاءُ بَعِيدِينَ عَنْهُمْ ، لِيَخْفُوا إِلَى نَجْدَتِهِمْ كُلَّمَا دَعَتِ الْحَاجَةُ إِلَى ذَلِكَ ، بَعْدَ أَنْ يَكُونُوا قَدْ



تَسْجِيلُ الْمَعْلُومَاتِ الطَّبِيَّةِ يَتِمُّ أَتْنَاءَ الرِّحْلَةِ . وَتُمْكِنُ هَذِهِ الْمَعْلُومَاتُ الْأَطِبَّاءَ عَلَى الْأَرْضِ مِنْ تَعْيِينِ أَيِّ تَغْيِيرٍ غَيْرِ طَبِيعِيٍّ فِي الْجِسْمِ يُمَكِّنُ أَنْ يُشِيرَ إِلَى اضْطِرَابَاتٍ جَسَدِيَّةٍ أَوْ انْفِعَالٍ .



وَمِنْ الْمَجَالَاتِ الْآخَرَى الَّتِي اسْتُخْدِمَ فِيهَا هَذَا الْإِسْفَنْجُ : اسْتِعْمَالُهُ كَمَاذَةً تُسَاعِدُ عَلَى طَفْوِ السُّفْنِ الْغَارِقَةِ، وَذَلِكَ بِمِلءِ جَوْفِ تِلْكَ السُّفْنِ بِهِ، مِمَّا يُسَاعِدُ عَلَى طَرْدِ الْمَاءِ مِنْهُ، وَحُلُولِ تِلْكَ الْمَادَّةِ الْخَفِيفَةِ مَكَانَهُ؛ وَمَا إِنْ تَنْتَهَى تِلْكَ الْعَمَلِيَّةُ، حَتَّى تَطْفُو السَّفِينَةُ تَلْقَائِيًّا عَلَى سَطْحِ الْمَاءِ، حَيْثُ تَقْطُرُ إِلَى أَقْرَبِ مَرْكَزٍ يُمَكِّنُ أَنْ يَتِمَّ إِصْلَاحُهَا فِيهِ.

كَمَا أَصْبَحَ يُسْتَعْمَلُ الْيَوْمَ فِي صِنَاعَةِ أَحْزِمَةِ يَلْفُهَا الْبَحَارَةُ حَوْلَ أَجْسَامِهِمْ، عِنْدَمَا يُضْطَرُّونَ لِلْهَرَبِ مِنْ سُفْنِهِمُ الْمُصَابَةِ؛ كَمَا تَطُوقُ بِهَا قَوَارِبُ النَّجَاةِ، لِمَنْعِ غَرَقِهَا فِي الظُّرُوفِ الَّتِي يَشْتَدُّ فِيهَا هَبَاجُ الْمُحِيطَاتِ وَالْبِحَارِ؛ كَمَا صُنِعَتْ مِنْهُ أَطَواقُ نَجَاةٍ تُلْقَى إِلَى الْمُهْدَدِينَ بِالْغَرَقِ، لِيَضْمُنُوا بِوَسَاطَتِهَا بَقَاءَهُمْ عَلَى سَطْحِ الْمَاءِ رَيْثَمَا يَتِمَّ إِنْقَاذُهُمْ.

وَقَدْ دَخَلَ هَذَا الْإِسْفَنْجُ الرَّغَوِيُّ الْمَجَالَ الطَّبِيَّ، حَيْثُ يُسْتَعْمَلُ الْيَوْمَ فِي تَغْطِيَةِ الْأَعْضَاءِ الَّتِي أُصِيبَتْ عِظَامُهَا بِالْكَسْرِ، حَيْثُ يَعْمَلُ بِصَلَابَتِهِ عَلَى الْحَوُولِ دُونَ تَحْرِيكِ أَجْزَاءِ ذَلِكَ الْعُضْوِ، وَبَقَائِهِ عَلَى اسْتِقَامَةٍ وَاحِدَةٍ، بِالإِضَافَةِ إِلَى مَنْعِ نَفُوذِ الْجَرَائِمِ إِلَى الْمِنْطَقَةِ الْمُصَابَةِ، هَذَا بِالإِضَافَةِ إِلَى خِفَّةِ وَزْنِ ذَلِكَ الضَّمَادِ، إِذْ لَا يُحْدِثُ أَيَّ مُضَاقَةٍ لِلْمُصَابِ.

كَمَا اسْتُخْدِمَ هَذَا الْإِسْفَنْجُ كَمَاذَةً عَازِلَةً لِلْحَرَارَةِ وَالْبُرُودَةِ، فِي تَغْطِيَةِ الْجُدْرَانِ الدَّاخِلِيَّةِ لِلْبِنَاءِ، وَفِي تَغْطِيَةِ السُّطْحِ الدَّاخِلِيِّ لِلسُّقُوفِ؛ وَكَمَاذَةً مُنْتَصَبَةً لِلصَّوْتِ وَالضَّوْضَاءِ فِي دُورِ الإِدَاعَةِ وَالتَّلْفِزَةِ، وَفِي الْمَسَارِحِ وَدُورِ الْعَرْضِ.

2. وَهُنَاكَ الْمَوَادُّ اللَّاصِقَةُ الَّتِي تُؤَدِّي إِلَى تَمَاسُكِ الْأَجْزَاءِ الْمَلْصُوقَةِ بِهَا تَمَاسِكًا شَدِيدًا، مَعَ مَقَاوِمَةِ تِلْكَ الْمَوَادُّ اللَّاصِقَةِ مَقَاوِمَةً كَامِلَةً لِلْحَرَارَةِ وَالْحُمُوضِ وَالتَّأْكُلِ.

وَعِنْدَمَا جُرِّبَتْ تِلْكَ الْمَوَادُّ فِي لَصْقِ أَجْزَاءِ هَيْكَلِ سَيَّارَةِ سَبَاقٍ، أَصْبَحَتْ خَفِيفَةً الْوِزْنَ، قَوِيَّةً التَّمَاسِكِ؛ وَعِنْدَمَا أُخْضِعَتْ لِلِاخْتِبَارِ الصَّعْبِ، عَنْ طَرِيقِ إِشْرَاكِهَا فِي سَبَاقِ

الْمَوَادِّ النَّافِعَةِ فِي بَعْضِ الْمَوَادِّ إِلَى أَقْرَاصٍ تُمَضَّغُ أَوْ تُبْلَعُ. وَتُطَبَّقُ الْيَوْمَ مِثْلُ هَذِهِ الطَّرَائِقِ فِي مُعَالَجَةِ الْأَطْعَمَةِ الَّتِي تُرْسَلُ إِلَى أَمَاكِنَ نَائِيَةٍ لَا يَتَوَقَّرُ فِيهَا الْغِذَاءُ الضَّرُورِيُّ لِلْعَامِلِينَ فِيهَا، كَالصَّحَّارَى الْكَبِيرَةِ وَالْمَنَاطِقِ الْقُطْبِيَّةِ؛ كَمَا يُسْتَفَادُ مِنْهَا أحيانًا، فِي تَأْمِينِ غِذَاءِ الْجُيُوشِ الْعَامِلَةِ، أَوِ الْمُحَارِبَةِ، فِي مَنَاطِقِ وَظُرُوفٍ صَعْبَةٍ، وَكَذَلِكَ فِي تَغْذِيَةِ الْمَرْضَى الْمُقِيمِينَ فِي مُسْتَشْفَيَاتٍ مِيدَانٍ نَائِيَةٍ.

### (7) فِي مَجَالَاتٍ أُخْرَى مُتَعَدِّدَةٍ :

مِنْ الْمُنتَجَاتِ الْهَامَّةِ الَّتِي قَدَّمَهَا تَطَوُّرُ عِلْمِ الْفَضَاءِ لِلْحَيَاةِ الْعَامَّةِ :

1. الْإِسْفَنْجُ الرَّغَوِيُّ الصَّنَاعِيُّ : الَّذِي تَتَجَمَّدُ ذَرَاتُهُ خِلَالَ اللَّحْظَاتِ الَّتِي تَعْقُبُ انْدِفَاعَهُ مِنَ الْجِهَازِ الصَّانِعِ لَهُ، عَلَى الشَّكْلِ الَّذِي نُرِيدُهُ، فَوْقَ الْهَيْكَلِ أَوِ الْقَالِبِ الْمُعَدِّ لِذَلِكَ، تَارِكَةً بَيْنَهَا فَرَاقَاتٍ دَقِيقَةً مَمْلُوءَةً بِالْهَوَاءِ، مِمَّا يَجْعَلُ هَذِهِ الْمَادَّةَ خَفِيفَةً الْوِزْنَ، وَعَازِلَةً لِلْحَرَارَةِ وَالْبُرُودَةِ لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ، بِالإِضَافَةِ إِلَى صَلَابَتِهِ هَيْكَلِهَا الَّذِي يَسْتَطِيعُ تَحْمِلُ الصَّدَمَاتِ الْقَوِيَّةِ.

وَفِي طَبِيعَةِ الْإِسْتِعْمَالَاتِ الَّتِي شَاعَ اسْتِخْدَامُ مِثْلِ هَذَا الْإِسْفَنْجِ فِيهَا : إِعْدَادُ مَسَاكِنَ عَازِلَةٍ، خَفِيفَةِ الْوِزْنِ وَمَتِينَةٍ، وَذَلِكَ عَنْ طَرِيقِ رَشِّ سَائِلِهِ لِتُغْطِيَ هَيْكَلًا مِنَ الْأَلْمِينِيومِ، لَهُ شَكْلُ الْغُرْفَةِ، ثُمَّ يُرْفَعُ الْإِسْفَنْجُ، بَعْدَ تَصَلُّبِهِ، عَنْ ذَلِكَ الْهَيْكَلِ، لِيَكُونَ بَيْنًا عَازِلًا وَمَتِينًا وَخَفِيفًا، يَفُوقُ بِمِيزَاتِهِ الْخِيَامَ بِدَرَجَاتٍ كَثِيرَةٍ، لِذَا يُسْتَعْمَلُ الْيَوْمَ فِي إِعَاثَةِ سُكَّانِ الْمَنَاطِقِ الْمُدْمَرَةِ بِالْعَوَامِلِ الطَّبِيعِيَّةِ أَوْ غَيْرِهَا؛ كَمَا يُسْتَعْمَلُ فِي إِبْوَاءِ الْجُيُوشِ لِفَتَرَاتٍ مُوقَّتَةٍ، وَفِي تَأْمِينِ مَرَاكِزٍ مُتَنَقِّلَةٍ وَمِيدَانِيَّةٍ، وَكَمَقَرٍّ لِلْبَعَثَاتِ الْعِلْمِيَّةِ الْمُتَنَقِّبَةِ عَنِ الثَّرَوَاتِ الطَّبِيعِيَّةِ، أَوِ الَّتِي تَقُومُ بِدِرَاسَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ فِي ظُرُوفٍ طَبِيعِيَّةٍ قَاسِيَةٍ. وَقَدْ بَدَأَ بِاسْتِخْدَامِهِ حَدِيثًا فِي إِقَامَةِ مُجْمَعَاتٍ كَمَرَاكِزِ اضْطِيفٍ جَبَلِيَّةٍ أَوْ سَاحِلِيَّةٍ.



باريس الدولي الذي جرى عام 1968م، ظهر تفوقها الكاسح فيه بسبب خفة وزنها، ونال سائقها الجائزة الأولى التي خصصت لذلك السباق؛ وعندما فحِصت بعد انتهائه فحِصاً دقيقاً، تبين أن جميع أجزاء هيكلها ظلت قوية التماسك، كما لو كانت لِحمت بالطرائق المألوفة في لحام السيارات.

3. وتمَّ صنع ألياف زجاجية Fiber glass تقاوم الحرارة المرتفعة التي تصل إلى (1500°) درجة مئوية. وقد استُفيد منها في تغليف هياكل المركبات الفضائية والأقمار الصناعية وغيرها، كما بُدِيَ بتغليف بعض أنواع الطائرات والسيارات بها.

وقد صنع من هذه الألياف نسيج زجاجي يُعرف باسم (نسيج بليت)، يمتاز بلدونته ونعومته التي تشبه لدونة ونعومة الملابس القطنية؛ كما يمتاز بعزله للحرارة، إذ صارت تُصنع منه اليوم ألبسة رجال الإطفاء. ونظراً لتحمل هذا النسيج درجات الحرارة التي تصل إلى (1500°) درجة مئوية، فقد صنعت منه ألبسة رجال الفضاء.

وسبب ميزاته تلك، وعلى الأخص مقاومته للاشتعال، فقد أُدخل في صناعة الخيام والقرش والأغطية والستائر، كما تغطي به جذران وسقوف المسارح ودور العرض.

4. وتمَّ التوصل إلى صنع ألواح شفافة من مادة السيليكون، لها مظهر الزجاج ونقاؤه، ولكنها تمتاز عليه بمقاومتها الكبيرة للكسر والصدمات، كما لا تسمح لبخار الماء بالتكاثف عليها، ولا تتأثر بالأحماض أو المواد الكيميائية أو التيارات الكهربائية، وبأنها تظل مرنة، ولو أنها تعرضت إلى حرارة عالية تقارب (500°) درجة مئوية.

5. وتمَّ تركيب مادة دُعيت (البوليثيلين)، تغطي بها الأسلاك الكهربائية لمنع التماس بينها، وتمتاز على العلاف اللدائني الشائع بأنها مقاومة للحرارة لدرجة كبيرة، فلا تحترق كالأغلفة اللدائنية عند ارتفاع حرارة الأسلاك، على أثر حدوث

تماس بينها، في الأجزاء المكشوفة منها.

6. وتمَّ إنتاج بعض الأجهزة والأدوات المختلفة التي تعمل بدقة متناهية، برغم حجمها البالغ الصغر، كالمسجلة والمذياع اللذين صنع كل منهما بحجم علبة الكبريت، وأحياناً كان حجمهما أصغر من ذلك، وكالات التصوير التي جعلت بحجم قلم الجبر، وأحياناً بحجم أصغر من ذلك.

7. كما تمت صناعة رادار صغير، دُعِيَ (رادار لوكيد)، يُعلق على صدور المكفوفين، يُمكنهم بوساطته التعرف على العقبات التي تواجههم، وتحاشي الاصطدام بها، أو الوقوع فيها.

8. وهناك أخيراً، مولد الجيب الذري، المعروف باسم (سناپ)، الذي لا يتجاوز حجمه حجم البرقالة، ومع ذلك فهو قادر على توليد طاقة كهربائية، وأخرى حرارية، تعمّران زمناً طويلاً.

### صناعة الفضاء الرابعة

نار جدل كبير في الولايات المتحدة بين أنصار استكشاف الفضاء وبين معارضي هذا المشروع الذي أدى إلى فرض ضرائب أثقلت كاهل الفرد الأميركي.

كما نارت ضجة كبرى في جميع أنحاء العالم، تنتقد ما يُنق من مبالغ، تُجاوز مليارات الدولارات، على أجهزة تُرسل إلى الفضاء، لتبقى فيه أو لتحترق أو تتحطم؛ وترى أنه لو تمَّ الكف عن المضي في مثل هذه المشاريع الفضائية، وحولت الأموال التي تُنفق في سبيلها إلى مساعدات تقدم إلى الدول النامية والشعوب الجائعة، لقلبَت الحياة فيها رأساً على عقب، ولدقعت بها إلى مستوى الدول الصناعية المتطورة، هذا بالإضافة إلى أن انتعاش تلك الشعوب والدول، سيعود بالخير على الدول المساعدة، إذ سيزيد من استثماراتها، ومن





المَصَاعِدُ الْفَضَائِيَّةُ: الْهَدَفُ مِنْ صِنَاعَةِ هَذِهِ الْمَصَاعِدِ الْفَضَائِيَّةِ الَّتِي يَتِمُّ التَّفَكُّيرُ بِهَا جَدِيدًا الْآنَ هُوَ تَخْفِيفُ تَكْلِفَةِ التَّقِلِّ وَالْإِنْتِقَالِ إِلَى الْفَضَاءِ. وَيَتَوَقَّعُ الْعُلَمَاءُ أَنْ تُكُونُ جَاهِزَةً لِلانْتِقَالِ فِي عَامِ 2018 م. فَلَا مُرَّ يَتَطَلَّبُ تَطْوِيرُ الْكَثِيرِ مِنَ التَّقْنِيَّاتِ وَالْمُعْدَّاتِ الْخَاصَّةِ بِهَذِهِ التَّقْنِيَّةِ الْجَدِيدَةِ.

بِقَوْلِهَا: "إِنَّ مَا يَتَحَمَّلُهُ الْفَرْدُ الْفَرَنْسِيُّ مِنْ ضَرَائِبِ فِي هَذَا الْمَجَالِ، لَا يَزِيدُ عَمَّا يُبَدِّدُهُ فِي حَلَقَاتِ سِبَاقِ الْخَيْلِ". وَهَكَذَا اسْتَمَرَّتْ بَرَامُجُ الْفَضَاءِ نَاشِطَةً مُتَلَحِّقَةً، وَعَلَى الْأَخْصَصِ فِي كُلِّ مِنَ الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ وَالِاتِّحَادِ السُّوْفِيَّيِّ. وَالْيَوْمَ، وَبَعْدَ أَنْ انْقَضَى أَكْثَرُ مِنْ نِصْفِ قَرْنٍ عَلَى دُخُولِ عَصْرِ الْفَضَاءِ، تَبَيَّنَ أَنَّ انْعِطَافًا كَبِيرًا قَدْ حَدَثَ فِي هَذَا الْمَجَالِ؛ إِذْ بَعْدَ أَنْ كَانَتْ مَشَارِيعُ الْفَضَاءِ مُسْتَهْلَكَةً، نَجَدُهَا الْيَوْمَ قَدْ دَخَلَتْ مَرَحَلَةَ الْإِسْتِمَارِ الْمُزْبِحِ، لِدَرَجَةٍ أَنَّ مَا تَدْرُهُ مِنْ أَرْبَاحٍ، أَخَذَ يَفُوقُ الْأَرْبَاحَ الَّتِي تَدْرُهَا أَكْثَرُ الْمَشَارِيعِ الْأُخْرَى عَلَى اخْتِلَافِ طَبِيعَتِهَا.

فَقَدْ تَبَيَّنَ أَنَّ وَفَرًا قَدْرُهُ (5000) مِلْيُونِ دُولَارٍ، تَجْنِيهِ الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ سَنَوِيًّا عَنْ طَرِيقِ حِمَايَةِ مَحَاصِيلِهَا الزَّرَاعِيَّةِ مِنَ الْأَعَاصِيرِ الْمُدْمِرَةِ، وَمَوْجَاتِ الصَّقِيعِ الْقَاتِلَةِ، وَتَدْفُقِ

الِاسْتِفَادَةِ مِنْ مُخْتَلِفِ الْمَوَارِدِ الْمَوْجُودَةِ فِي تِلْكَ الدُّوَلِ، بِالإِضَافَةِ إِلَى مَنْحِ سُكَّانِهَا قُوَّةً شَرَائِئِيَّةً تَزِيدُ مِنْ تَنْشِيطِ اسْتِثْرَادِ مَصْنُوعَاتِ الدُّوَلِ الْمُتَقَدِّمَةِ لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ.

وَلَكِنَّ الشُّكُوكَ الَّتِي كَانَتْ قَائِمَةً بَيْنَ الدَّوْلَتَيْنِ الرَّئِيسَتَيْنِ فِي مَجَالِ اسْتِكْشَافِ الْفَضَاءِ؛ وَالْمُسْتَنْدَةَ إِلَى تَصَوُّرٍ مُسَبِّقٍ بِأَنَّ التَّنَافُسَ فِي هَذَا الْمَجَالِ الْعِلْمِيِّ، إِنَّمَا يُخْفِي وَرَاءَهُ تَنَافُسًا فِي الْمَجَالِ الْحَرْبِيِّ، يَهْدَفُ إِلَى إِيجَادِ أَسْلِحَةٍ فَضَائِيَّةٍ مُتَطَوِّرَةٍ، وَذَاتِ أَثَرٍ بَالِغٍ فِي تَغْيِيرِ مَوَازِينِ الْقُوَى بَيْنَهُمَا؛ أَدَّتْ إِلَى اسْتِمْرَارِ ذَلِكَ التَّنَافُسِ عَلَى شَكْلِ حَرْبٍ بَارِدَةٍ فِي هَذَا الْمَجَالِ، كَمَا فِي الْمَجَالَاتِ الْأُخْرَى الْمُخْتَلِفَةِ، وَظَلَّتْ هَاتَانِ الدَّوْلَتَانِ تُصِمَّانِ آذَانَهُمَا أَمَامَ كُلِّ الصَّيْحَاتِ الَّتِي تُعَارِضُ الْإِسْتِمْرَارَ فِي مَشَارِيعِهِمَا الْفَضَائِيَّةِ. وَقَدْ أَكَّدَ ذَلِكَ، الرَّدُّ الَّذِي جَاءَ بِهِ جُونسون، رَئِيسُ الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، عَلَى تِلْكَ الْإِحْتِجَاجَاتِ بِقَوْلِهِ: "إِنَّ مَا يَتَحَمَّلُهُ الْفَرْدُ الْأَمِيرِكِيُّ مِنْ أَعْبَاءِ مَادِيَّةٍ تُنْفَقُ فِي سَبِيلِ مَشَارِيعِ الْفَضَاءِ، ثَقِيلٌ عَمَّا تُنْفَقُهُ الْمَرْأَةُ الْأَمِيرِكِيَّةُ عَلَى مَوَادِّ تَجْمِيلِهَا". كَمَا رَدَّتِ الْحُكُومَةُ الْفَرَنْسِيَّةُ عَلَى مُتَقَدِّدِهَا، بِسَبَبِ اتِّجَاهِهَا نَحْوَ اسْتِكْشَافِ الْفَضَاءِ،



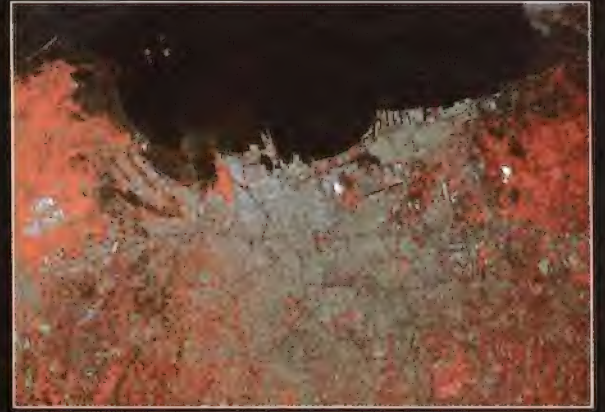
رُوحُ الدَّعَابَةِ لَا تَفَارِقُ رُودَادِ الْفَضَاءِ وَهُمْ يَعْمَلُونَ فِي الْفَضَاءِ.



الْفَيْضَانَاتِ، وَالتَّلَوُّثِ فِي السِّبْةِ، يُضِيفُ إِلَى الدَّخْلِ الْقَوْمِيَّ فِي الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّتِيِّ دَخْلًا سَنَوِيًّا لَا يَقِلُّ عَنْ (600) مِلْيُونِ دُولَارٍ؛ وَأَنَّ الْأَقْمَارَ الصَّنَاعِيَّةَ الَّتِي تَرُصُّدُ حَادِثَتَيْ الْمَدِّ وَالْجَزْرِ، وَاقْتِرَابَ الْأَعَاصِيرِ، وَهَيَاجَ الْأَمْوَاجِ الْبَحْرِيَّةِ، تُسَاعِدُ عَلَى تَفَادِي الْأَضْرَارِ وَالْكَوَارِثِ الَّتِي قَدْ تَنْتُجُ عَنْهَا، كَمَا أَنَّ الْمَعْلُومَاتِ الَّتِي تُقَدِّمُهَا حَوْلَ مَصَائِدِ الْأَسْمَاكِ وَالْحَيْثَانِ، وَالطُّرُقِ الَّتِي تَسْلُكُهَا فِي الْبَحْرِ أَتْنَاءَ هِجْرَتِهَا السَّنَوِيَّةِ، تُوفِّرُ لِلْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّتِيِّ رِبْحًا قَدْرُهُ (700) مِلْيُونِ دُولَارٍ سَنَوِيًّا. وَقَدْ حُسِبَ أَنَّ مَا لَا يَقِلُّ عَنْ (700) مِلْيُونِ دُولَارٍ يَتِمُّ تَوْفِيرُهَا سَنَوِيًّا فِي الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّتِيِّ، عَنْ طَرِيقِ اتِّخَاذِ الْإِخْتِيَاظَاتِ لِمُوَاجَهَةِ الْإِنْذَارَاتِ الَّتِي تُصْدِرُهَا الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ حَوْلَ تَقْلُّبَاتِ الطَّقْسِ الْعَنِيفَةِ الَّتِي كَانَتْ تُنْزِلُ الْكَوَارِثَ

### مُورَادُ الْأَرْضِ

تُبَيِّنُ الصُّوَرُ الْفُوتُوغَرَفِيَّةُ لِأَقْمَارِ الْمَسْحِ مَنَاطِقَ أَنْوَاعٍ مُخْتَلِفَةٍ مِنَ النَّبَاتَاتِ مِثْلَ غَايَةِ لِأَشْجَارِ الصَّنُوبَرِ وَحُقُولِ اللَّدْرَةِ وَخُطَّةِ كَمَا يَتَكَلَّفُهَا أَنْ تَبَيَّنَ فِيمَا إِذَا كَانَتِ النَّبَاتَاتُ تَنْمُو بِالْشَكْلِ الصَّحِيحِ، وَهَذَا بِدَوْرِهِ يُسَاعِدُ الْفَلَاحِينَ عَلَى تَحْسِينِ إِسْتِخْلَافِهَا مِنَ الْخَاصِصِ.



الرِّيَّاحِ الْحَارَّةِ، وَذَلِكَ بَعْدَ صُدُورِ الْإِنْذَارَاتِ الَّتِي تُوجِّهُهَا الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ لِلْجِهَاتِ الْمَسْئُولَةِ فِي الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، تِلْكَ الْأَقْمَارُ الَّتِي خُصِّصَتْ لِمُرَاقَبَةِ تَغْيِرَاتِ الطَّقْسِ، وَهِيَ فِي مَدَارَاتِهَا الْمَوْضُوعَةِ فِيهَا حَوْلَ الْأَرْضِ. كَمَا حُسِبَ أَنَّ وَفْرًا قَدْرُهُ (500) مِلْيُونِ دُولَارٍ، تُؤَمِّنُهُ الْوِلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ سَنَوِيًّا مِنْ جَرَاءِ إِخْمَادِ الْحَرَائِقِ، الَّتِي تَنْشُبُ فِي الْغَابَاتِ، فِي مُخْتَلِفِ وِلَايَاتِهَا، فَوْرَ اشْتِعَالِهَا، بَعْدَ أَنْ تَكُونَ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ الْمُخَصَّصَةُ لِعَمَلِيَّاتِ الْمَسْحِ وَمُرَاقَبَةِ الْغَابَاتِ وَالزَّرَاعَاتِ، قَدْ أَصْدَرَتْ الْإِنْذَارَ اللَّازِمَ حَوْلَهَا.

كَمَا صَرَّحَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّتِيُّ بِأَنَّ مَا تَقُومُ بِهِ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ مِنْ عَمَلِيَّاتِ مَسْحٍ لِلْمَحَاصِلِ الزَّرَاعِيَّةِ، وَتَقْدِيرِ كَمِّيَّاتِ الْإِتِّجَاعِ، وَالْإِبْلَاحِ عَنْ انْتِشَارِ الْحَشَرَاتِ الضَّارَّةِ بِالْمَرْزُوعَاتِ، وَعَنِ الْأَمْوَاضِ الَّتِي تُصِيبُهَا، يُؤَمِّنُ لِلدَّوْلَةِ وَفْرًا سَنَوِيًّا لَا يَقِلُّ عَنْ (300) مِلْيُونِ دُولَارٍ؛ وَأَنَّ مَا تَقُومُ بِهِ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ الْمُخَصَّصَةُ لِلْكَشْفِ عَنِ الثَّرَوَاتِ الْبَاطِنِيَّةِ، أَوْ التَّنْبِيهِ إِلَى بَدْءِ ثَوَرَاتِ الْبَرَائِكِينَ، وَانْتِشَارِ الزَّلَازِلِ، وَحُدُوثِ

يُشَاهِدُ مَكُونُ الْفَضَاءِ (إِنْدِيغِر) الْأَرْضَ بِرَادَارٍ، وَتَرَى عَلَى الْمَكُونِ لَوَحَاتٍ هَوَائِيَّةَ مُبَسَّطَةً تَبْتُ ثَلَاثَةَ أَطْوَالٍ مُوجِيَّةٍ لِلرَّادَارِ، وَأَجْهَرَةُ الْكُرُونِيَّةِ مُرَافِقَةً (مَكْتُوبٌ عَلَيْهَا JPL) وَجِهَارًا (مَكْتُوبٌ عَلَيْهِ LaRC) يَقِيسُ مِنَ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ التَّلَوُّثَ الْجَوِّيَّ.







**البنوك والأعمال** تَبَثُّ أقمارُ الاتصالاتِ برامجَ الراديو والتلفزيون، كما تُرْسِلُ المعلوماتَ إلى البنوكِ الدوليةِ والمراكزِ الإدارية. يستطيعُ قمرُ الاتصالاتِ الحديثُ معالجةَ وإدارةَ 30000 مكالمةٍ هاتفيةٍ وخمسَ قنواتٍ تلفزيونيةٍ ملونةٍ في الوقت ذاته.

الِاتِّصَالُ الْمُوجُودَةُ بِهِ، يَتَوَجَّبُ عَلَيْهَا أَنْ تَدْفَعَ لِلدَّوْلَةِ صَاحِبَةَ ذَلِكَ الْقَمَرِ مَبْلَغًا لَا يَقِلُّ عَنْ (50 - 100) مِليُونِ دُولَارٍ.

كَمَا تَبَيَّنَ أَنَّ الدَّخْلَ السَّنَوِيَّ لِقَنَاةٍ وَاحِدَةٍ مِنْ أَصْلِ (300 - 500) قَنَاةٍ يَشْتَمِلُ عَلَيْهَا الْقَمَرُ، بَلَغَ (1000) دُولَارٍ، كَأَجُورٍ دَفَعَهَا الْأَفْرَادُ وَالشَّرَكَاتُ وَالْهَيْئَاتُ الَّتِي كَانَتْ تُجْرِي اتِّصَالَاتَهَا عَبْرَ تِلْكَ الْقَنَاةِ، وَهَذَا مَا يَجْعَلُ دَخْلَ الْقَمَرِ الْوَاحِدِ، وَحَسَبَ عَدَدِ قَنَاتِهِ، يَتَرَاوَحُ بَيْنَ (300.000 - 500.000) دُولَارٍ سَنَوِيًّا.

وَقَدْ حُسِبَ أَنَّ مَا تَدْفَعُهُ بَعْضُ الدُّوَلِ، الَّتِي تَرْغَبُ فِي الْإِسْتِفَادَةِ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ الَّتِي تُقَدِّمُهَا عِدَّةُ أَقْمَارٍ صِنَاعِيَّةٍ، يَبْلُغُ (400 - 700) مِليُونِ دُولَارٍ سَنَوِيًّا، تَتَفَضَّاهُ الدَّوْلَةُ مَالِكَةُ ذَلِكَ الْقَمَرِ.

وَعِنْدَمَا تَرْغَبُ دَوْلَةٌ فِي إِشْرَاكِ رَائِدِ فِضَاءٍ مِنْهَا فِي رِحْلَةٍ فِضَائِيَّةٍ تَقُومُ بِهَا دَوْلَةٌ مَا عَلَى ظَهْرِ مَرْكَبَةٍ فِضَائِيَّةٍ، أَوْ عَلَى ظَهْرِ مَحْطَةٍ فِضَائِيَّةٍ، عَلَيْهَا أَنْ تَدْفَعَ مَبْلَغًا يَتَرَاوَحُ بَيْنَ (12 - 15) مِليُونِ دُولَارٍ لِلدَّوْلَةِ الْمُخَطَّطَةِ لِتِلْكَ الرِّحْلَةِ.

وَهَذَا مَا جَعَلَ الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةَ تَطْرَحُ بَيْنَ يَدَيْ أَفْرَادِ الشَّعْبِ الْأَمِيرِكِيِّ (10) مِلْيَارِينَ سَهْمٍ خَاصَّةٍ بِاسْتِثْمَارِ الْأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ الْمُتَعَلِّقَةِ بِشُؤُونِ الْإِعْلَامِ وَالتَّرْفِيهِ وَالثَّقَافَةِ، حَيْثُ

بِالطَّائِرَاتِ وَالْمَرْزُوعَاتِ وَالْمَرَاكِزِ الصِّنَاعِيَّةِ وَالتَّجَارِيَّةِ. وَمِمَّا يَزِيدُ فِي دَخْلِ الدُّوَلِ الْمُطْلَقَةِ لِلْأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ وَالْمَرْكَبَاتِ الْفِضَائِيَّةِ، الْعَوَائِدُ الَّتِي تَجْنِيهَا مِنْ جَرَاءِ الصِّنَاعَةِ الْمُحْدَثَةِ الَّتِي تُنتِجُ مَوَادَّ لِمُخْتَلِفِ الْمَجَالَاتِ فِي الْفَضَاءِ، حَيْثُ يَنْعَدِمُ الْوِزْنُ، وَحَيْثُ لَا يُمَكِّنُ إِنتَاجُ مِثْلِهَا عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ، فِي نِطَاقِ الشُّرُوطِ الطَّبِيعِيَّةِ السَّائِدَةِ عَلَى ذَلِكَ السَّطْحِ.

وَهَذَا مَا شَجَعَ كَلًّا مِنَ الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيِّ وَالْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ عَلَى التَّفَكُّيرِ فِي إِنْشَاءِ مَحْطَاتٍ فِضَائِيَّةٍ صَحْمَةٍ، تَتَسَّعُ لِعَدَدٍ كَبِيرٍ مِنَ الْعَامِلِينَ فِي مَجَالِ تِلْكَ الصِّنَاعَاتِ الْفِضَائِيَّةِ الْفَرِيدَةِ وَالثَّمِينَةِ.

وَفِي الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيِّ، أَكَّدَ هَذِهِ النِّسْيَةُ كُلُّ مَنْ عَالَمِي الْفَضَاءِ بوريِس غوبانوف وبوري سيمينوف، حِينَ أَشَارَا إِلَى أَنَّهُ لَا غِنَى لِلْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيِّ عَنْ صُنْعِ مَحْطَاتٍ مَدَارِيَّةٍ صَحْمَةٍ لِإِنتَاجِ الْمَوَادِّ الْمُصَنَّعَةِ فِي الْفَضَاءِ، بِشَكْلِ يَسُدُّ حَاجَةَ دَوْلِ الْعَالَمِ مِنْهَا، وَعَلَى الْأَخْصَصِ بَعْدَ أَنْ أَنْهَلَتْ الطَّلِبَاتُ لِشِرَاءِ تِلْكَ الْمَوَادِّ مِنْ مُخْتَلِفِ دَوْلِ الْعَالَمِ، مَا دَامَتْ تُؤَمِّنُ دَخْلًا مَرْمُوقًا لِلدَّوْلَةِ.

هَذَا إِلَى جَانِبِ الْمَبَالِغِ الصَّخْمَةِ الَّتِي أَخَذَتِ الدُّوَلُ الْمُطْلَقَةُ لِلْأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ، وَصَانِعُهَا، تَتَفَضَّاهَا مِنَ الدُّوَلِ الْأُخْرَى الَّتِي تَرْغَبُ فِي صُنْعِ قَمَرٍ صِنَاعِيٍّ لِحِسَابِهَا، وَإِطْلَاقِهِ فِي الْفَضَاءِ. وَفِي مُقَدِّمَتِهَا ذَلِكَ النُّوعُ مِنَ الْأَقْمَارِ الْمُخَصَّصَةِ لِلْبَثِّ التَّلْفَازِيِّ وَالِاتِّصَالَاتِ اللَّاسِلِكِيَّةِ، وَالَّتِي يُسْتَفَادُ مِنْهَا، بِالإِضَافَةِ إِلَى ذَلِكَ، فِي طِبَاعَةِ الْجَرَائِدِ وَالْمَجَلَّاتِ وَالْكِتَابِ، وَنَقْلِ الْمُبَارَاةِ الرِّيَاضِيَّةِ وَالِإِحْتِفَالَاتِ الدَّوْلِيَّةِ. وَقَدْ حُسِبَ أَنَّ مَا تَتَفَضَّاهُ الدَّوْلَةُ لِقَاءَ صُنْعِ مِثْلِ ذَلِكَ الْقَمَرِ الصِّنَاعِيِّ، وَإِطْلَاقِهِ إِلَى مَدَارِهِ لَا يَقِلُّ عَنْ (600) مِليُونِ دُولَارٍ.

وَحِينَ لَا تَرْغَبُ دَوْلَةٌ فِي إِطْلَاقِ قَمَرٍ صِنَاعِيٍّ مِنْ ذَلِكَ النُّوعِ لِحِسَابِهَا، لَاقَتْهَا تَرْغَبُ فِي الْإِشْرَاكِ بِقَنَاةٍ وَاحِدَةٍ مِنْ قَنَاتِ





يَجْتَمِعُ رُؤَادُ الْفَضَاءِ الرُّوسِ وَالْأَمْرِيكَانَ بَعْدَ انْتِهَائِهِمْ مِنَ التَّدْرِيبَاتِ عَلَى كَيْفِيَّةِ إِجْرَاءِ اللِّقَاءِ بَيْنَ الْمَرْكَبَتَيْنِ (سيوز - أبولو) الَّذِي تَمَّ بِنَجَاحٍ عَامَ 1975 م.

التَّحَامُ مَحَطَّةٍ فَضَائِيَّةٍ سُوفِيَّيَّةٍ بِقَمَرٍ صِنَاعِيٍّ أَمْرِكِيٍّ، ثُمَّ التَّحَامُ سَفِينَةٍ فَضَاءٍ أَمْرِكِيَّةٍ بِقَمَرٍ صِنَاعِيٍّ سُوفِيَّيٍّ، وَذَلِكَ خِلَالَ عَامِ 1974 م.

ثُمَّ أَزْدَادَ التَّعَاوُنُ فِي مَجَالِ الْفَضَاءِ بَيْنَ الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ وَالْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيِّ، إِذْ شَمِلَ إِشْرَاكَ رُؤَادِ فَضَاءٍ أَمْرِكِيَّيْنِ فِي رِحْلَةٍ فَضَائِيَّةٍ يَنْظُمُهَا الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّيُّ، وَإِشْرَاكَ رُؤَادِ فَضَاءٍ سُوفِيَّيٍّ فِي رِحْلَاتٍ فَضَائِيَّةٍ تَنْظُمُهَا الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ.

كَمَا خَصَّصَتِ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ، وَكَذَلِكَ الْإِتِّحَادُ السُّوفِيَّيُّ، (12) رِحْلَةً فَضَائِيَّةً، يُشْرِكُ فِي كُلِّ وَاحِدَةٍ مِنْهَا



كَانَ سِغَرِيه كريكاليف أَوَّلَ رَايِدِ فَضَاءٍ رُوسِيٍّ يَطِيرُ فِي مَكْرُوكِ الْفَضَاءِ الْأَمْرِكِيِّ عَامَ 1994 م.

أَقْبَلَ النَّاسُ هُنَاكَ عَلَى شِرَائِهَا خِلَالَ فِتْرَةٍ قَصِيرَةٍ، وَعَلَى الْأَخْصَصِ بَعْدَ أَنْ تَبَيَّنَ أَنَّ صِنَاعَةَ الْفَضَاءِ وَخِدْمَاتِهَا، قَدْ أَخَذَتْ تُحَقِّقُ رِبْحاً لَمْ يُحَقِّقْهُ أَيُّ مَجَالٍ اسْتِثْمَارِيٍّ آخَرَ، إِذْ بَلَغَتْ نِسْبَةُ أَرْبَاحِهَا (500 - 700%) سَنَوِيًّا.

بِالإِضَافَةِ إِلَى الْمَجَالِ الْوَاسِعِ الَّذِي فَتَحَتْهُ أَمَامَ الْأَدْمَغَةِ الْمُفَكِّرَةِ وَالْأَيْدِي الْعَامِلَةِ، حِينَ بَلَغَ عَدَدُ الْمُؤَسَّسَاتِ الْمُتَخَصِّصَةِ فِي صِنَاعَةِ الْفَضَاءِ فِي الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ وَحَدَهَا (5000) مُؤَسَّسَةً تَضُمُّ (700.000) عَالِمٍ وَمُهَنْدِسٍ.

### التَّعَاوُنُ الدَّوْلِيُّ فِي مَجَالِ اسْتِكْشَافِ الْفَضَاءِ

مُنْذُ عَامِ 1963 م، وَقَّعَ اتِّفَاقٌ لِتَنْفِيزِ مَشَارِيعَ فَضَائِيَّةٍ مُشْتَرَكَةٍ بَيْنَ الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ وَالْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيِّ. وَكَانَ مِنْ أَوَّلَى نَتَاجِ هَذَا الْإِتِّفَاقِ، اسْتِفَادَةُ الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيِّ مِنَ الْقَمَرِ الصِّنَاعِيِّ (إيغو - 2) الَّذِي أَطْلَقَتْهُ الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ يَوْمَ 25 كَانُونِ الْأَوَّلِ عَامَ 1964 م؛ ثُمَّ قِيَامُ الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيِّ، بِمُسَاعَدَةِ الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ فِي التَّنْقِيشِ عَنْ رُؤَادِ الْفَضَاءِ الْأَمْرِكِيِّينَ الَّذِينَ هَبَطَتْ بِهِمُ الْمَرْكَبَةُ الْفَضَائِيَّةُ فَوْقَ مِيَاهِ الْمُحِيطِ.

وَفِي عَامِ 1971 م، تَمَّ فِي مُوسْكُو تَوْقِيعُ مَعَاهِدَةٍ بَيْنَ الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ وَالْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيِّ، قَضَتْ بِتَبَادُلِ الْمَعْلُومَاتِ الْفَضَائِيَّةِ، بِمَا فِي ذَلِكَ الصُّخُورُ وَالْآثَرَةُ الْقَمَرِيَّةُ الَّتِي حَصَلَ عَلَيْهَا كُلُّ مِنْهُمَا. كَمَا تَضَمَّنَتْ تِلْكَ الْمَعَاهِدَةُ، تَشْكِيلَ لَجْنَةٍ أَمْرِكِيَّةٍ سُوفِيَّيَّةٍ مُشْتَرَكَةٍ، لِتَقْدِيمِ الْإِقْتِرَاحَاتِ حَوْلَ تَطْوِيرِ ذَلِكَ التَّعَاوُنِ، وَتَوْسِيعِ مَدَاهُ وَأَغْرَاضِهِ.

وَفِي شَهْرِ أَيْلُولِ مِنْ عَامِ 1971 م، عُقِدَ فِي بْرُوكْسِلِ، عَاصِمَةِ بِلْجِيكَا، مُؤْتَمَرٌ دَوْلِيٌّ ضَمَّ عَدَدًا كَبِيرًا مِنْ عُلَمَاءِ الْفَضَاءِ وَرُؤَادِهِ، وَتَمَّ فِيهِ تَبَادُلُ الْكَثِيرِ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ، وَمُنَاقَشَةُ الْمَشَاكِلِ الَّتِي تَعْتَرِضُ سَيْرَ الْمَشَارِيعِ الْفَضَائِيَّةِ وَتَطَوُّرَهَا.

وَكَانَ مِنْ نَتِيجَةِ هَذَا الْمُؤْتَمَرِ، اتِّخَاذُ قَرَارٍ يَتِمُّ بِمُوجِبِهِ



لِكُلِّ دَوْلَةٍ؛ وَتَمَّ الْإِتِّفَاقُ يَوْمَهَا بَيْنَ الدُّوَلِ الَّتِي عَقَدَتِ الْمُؤْتَمَرَ الْمُتَعَلِّقَ بِهَذَا الْأَمْرِ، عَلَى أَنَّ ذَلِكَ الْمَجَالَ يُمَثِّلُ الْفَضَاءَ الْقَائِمَ فَوْقَ الدَّوَلَةِ، وَالَّذِي تَنْتَهِي حُدُودُهُ فَوْقَ الْحُدُودِ الطَّبِيعِيَّةِ لِتِلْكَ الدَّوَلَةِ. وَعِنْدَمَا تُكُونُ الدَّوَلَةُ جَزِيرَةً أَوْ عِدَّةَ جُزُرٍ، فَإِنَّ مَجَالَهَا الْجَوِّيَّ يَتَّسِعُ لِيَتَلَفَّحَ حُدُودَ مِيَاهِهَا الْإِقْلِيمِيَّةِ، حَيْثُ يَتَوَقَّفُ فَوْقَهَا. وَفِي الدُّوَلِ الَّتِي تُشْرِفُ مِنْ نَاحِيَةٍ أَوْ أَكْثَرَ عَلَى الْبَحْرِ، فَإِنَّ مَجَالَهَا الْجَوِّيَّ يَتَّسِعُ فَوْقَ الْبَحْرِ، لِيَتَلَفَّحَ حُدُودَ الْمِيَاهِ الْإِقْلِيمِيَّةِ، حَيْثُ يَتَوَقَّفُ فَوْقَهَا.

وَلَمْ يَبْدَأِ الْبَحْثُ فِي التَّشْرِيعَاتِ الْمُتَعَلِّقَةِ بِالْفَضَاءِ الْخَارِجِيِّ، إِلَّا فِي نِهَآيَةِ الْخَمْسِينِيَّاتِ، وَبَدَأَ السَّيِّيَّاتِ مِنَ الْقَرْنِ الْعِشْرِينَ، وَذَلِكَ بَعْدَ أَنْ تَمَّ إِطْلَاقُ أَوَّلِ قَمَرٍ صِنَاعِيٍّ إِلَى الْفَضَاءِ مِنْ قِبَلِ الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّتِيِّ.

وَقَدْ لَاقَى الْمَشْرُوعُونَ صُعُوبَاتٍ كَثِيرَةً، حَالَتْ فِي الْبِدَايَةِ دُونَ وَضْعِ صَيِّغٍ مُحَدَّدَةٍ لِقَانُونِ الْفَضَاءِ الْخَارِجِيِّ. ذَلِكَ أَنَّ تَطَوُّرَ صِنَاعَةِ الْفَضَاءِ الَّتِي جَعَلَتْ الصَّوَارِيخَ وَالْقَمَارَ الصَّنَاعِيَّةَ، الَّتِي كَانَتْ تَرْتَفِعُ لَأَكْثَرَ مِنْ (100 - 225) كَم فِي الْجَوِّ، تَتَعَدَّى ذَلِكَ الْإِرْتِفَاعَ فِيمَا بَعْدُ، حَتَّى تَبْلُغَ أُلُوفَ الْكِيلُومِتَرَاتِ.

وَعِنْدَمَا بَدَأَ غَزْوُ الْقَمَرِ بِمَرْكَبَاتٍ غَيْرِ مَأْهُولَةٍ مِنْ قِبَلِ الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّتِيِّ، وَبِمَرْكَبَاتٍ مَأْهُولَةٍ مِنْ قِبَلِ الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، كَانَ الْإِرْتِفَاعُ الَّذِي بَلَغَتْهُ فِي الْفَضَاءِ يَتَجَاوَزُ (3/1) مِلْيُونِ كِيلُومِتَرٍ؛ مَعَ الْعِلْمِ بِأَنَّ تِلْكَ الْمَرْكَبَاتِ لَمْ تَكُنْ تَتَدَفَّعُ نَحْوَ الْقَمَرِ مُبَآشَرَةً، وَإِنَّمَا كَانَتْ تَدُورُ حَوْلَ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ كُلِّهَا، قَبْلَ أَنْ تَتَّجِهَ نَحْوَهُ، وَكَذَلِكَ كَانَتْ تَفْعَلُ عِنْدَ عَوْدَتِهَا مِنْهُ بِاتِّجَاهِ الْأَرْضِ.

وَجَاءَ بَعْدَ ذَلِكَ عَصْرُ غَزْوِ كَوَاكِبِ الْمَنْظُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ؛ وَالتَّفَكُّيرُ مُتَّجِهٌ مُنْذُ الْآنَ لِلْبَدْءِ فِي اسْتِكْشَافِ أَقْرَبِ نَجْمٍ إِلَيْنَا مِنْ نُجُومِ مَجَرَّتِنَا، وَهُوَ الْأَقْرَبُ الْقَنْطُورِيُّ، الَّذِي يَقَعُ عَلَى بُعْدِ (4.27) سَنَوَاتٍ ضَوْئِيَّةٍ، وَذَلِكَ فِي النِّصْفِ الْأَوَّلِ



الأبهر سلطان بن سلمان بن عبدالعزيز آل سعود، رائد الفضاء السعودي داخل المركبة الفضائية (أعلى) ومحمد فارس رائد الفضاء السوري مع الفريق الروسي الذي صاحبه في رحلة الفضاء (أسفل).



رَائِدِ فَضَاءٍ مِنَ الدُّوَلِ الْأُخْرَى مَجَانًا. وَهَكَذَا تَمَّ إِشْرَاكُ أَوَّلِ رَائِدِ فَضَاءٍ عَرَبِيٍّ فِي الرِّحْلَةِ الْفَضَائِيَّةِ الَّتِي نَظَّمَتْهَا الْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ عَامَ 1986م، عَلَى ظَهْرِ السَّفِينَةِ (كولومبيا)، وَهُوَ الْأَمِيرُ السُّعُودِيُّ سُلْطَانُ بْنُ سَلْمَانَ بْنِ عَبْدِ الْعَزِيزِ بْنِ سَعُودٍ. كَمَا تَمَّ إِشْرَاكُ أَوَّلِ رَائِدِ فَضَاءٍ عَرَبِيٍّ سُوْرِيٍّ، وَهُوَ مُحَمَّدُ أَحْمَدُ فَارِسَ، فِي رِحْلَةِ فَضَائِيَّةٍ رَافِقَ فِيهَا رُوَادَ الْفَضَاءِ السُّوفِيَّتِيِّ عَلَى ظَهْرِ مَحْطَةِ الْفَضَاءِ (مير) عَامَ 1987م.

### قَانُونُ الْفَضَاءِ الْخَارِجِيِّ وَتَشْرِيعَاتُهُ

بَعْدَ أَنْ تَمَّ اخْتِرَاعُ الطَّائِرَةِ، كَانَ لَا بُدَّ مِنْ إِيجَادِ تَشْرِيعٍ يَحَدِّدُ سَبِيلَ تِلْكَ الطَّائِرَاتِ فِي الطَّبَقَاتِ الدُّنْيَا مِنَ الْغِلَافِ الْغَازِيِّ الْأَرْضِيِّ. وَأُخْدِتْ عِنْدَهَا مَا يُسَمَّى بِالْمَجَالِ الْجَوِّيِّ



بَيْنَمَا تَقْدَمُ عِدَّةٌ مِنْ مَسْئُولِي الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ بِاقْتِرَاحِ  
يَتَضَمَّنُ : إِنَّ الْحُقُوقَ الْفَضَائِيَّةَ لِأَيَّةِ دَوْلَةٍ، تَتَوَقَّفُ عِنْدَ ارْتِفَاعِ  
(40) كِيلُومِتْرًا.

وَكَانَ بَيْنَهُمْ مِنْ تَقْدَمُ بِاقْتِرَاحِ مُعَدِّلٍ، يَرْفَعُ تِلْكَ الْمَسَافَةَ فِي  
الْجَوِّ إِلَى (50) كِيلُومِتْرًا، بَيْنَمَا رَفَعَهُ بَعْضُهُمْ الْآخَرُ إِلَى (85)  
كِيلُومِتْرًا، وَاقْتَرَحَ آخَرُونَ أَنْ تَتَوَقَّفَ مِلْكِيَّةُ الدَّوْلَةِ لِفَضَائِهَا عِنْدَ  
الْارْتِفَاعِ الَّذِي تَنْتَهِي عِنْدَهُ الْجاذِبِيَّةُ الْأَرْضِيَّةُ، حَيْثُ تُصْبِحُ  
عَدِيمَةً التَّأثيرُ تَقْرِيبًا فِي الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ وَالْمَرْكَبَاتِ الْفَضَائِيَّةِ.  
بَيْنَمَا رَأَتْ فِتْنَةً أُخْرَى، أَنْ يَكُونَ تَوَقَّفُ الْمِلْكِيَّةِ لِلْفَضَاءِ عِنْدَ  
الْحَدِّ الَّذِي تَنْعَدُّ فِيهِ الْجَزَيَّاتُ الْجَوِّيَّةُ.

وَأَمَامَ هَذَا التَّبَايُنِ فِي الْأَرَاءِ، تَقَدَّمَ الْمُشْرِعُ الْأَمِيرُ كِيّ جُون  
كوب غوبر بِاقْتِرَاحِ يُنصُّ عَلَى اعْتِبَارِ الْمَسَافَةِ الْوَاقِعَةِ بَيْنَ سَطْحِ  
الْأَرْضِ وَالْحَدِّ الَّذِي تَبْلُغُهُ نِيرَانُ الْأَسْلِحَةِ الْمُضَادَّةِ لِلطَّائِرَاتِ،  
مِنْطَقَةٌ مُغْلَقَةٌ أَمَامَ أَجْهَزَةِ الْفَضَاءِ، وَأَنْ يَكُونَ الْمَجَالُ الْفَضَائِيُّ  
الْوَاقِعُ فَوْقَ ذَلِكَ، وَحَتَّى ارْتِفَاعَ (1000) كم، مَجَالًا مَفْتُوحًا  
أَمَامَ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ وَالْمَرْكَبَاتِ وَالْمَحَطَّاتِ الْفَضَائِيَّةِ الَّتِي  
لَيْسَ لَهَا صِفَةُ حَرِيَّةٍ، أَمَّا الْفَضَاءُ الْوَاقِعُ عَلَى ارْتِفَاعٍ أَكْبَرَ مِنْ  
ذَلِكَ، فَلَا يُعْتَبَرُ فَضَاءً إِقْلِيمِيًّا، وَإِنَّمَا هُوَ فَضَاءٌ مَفْتُوحٌ أَمَامَ  
جَمِيعِ دُولِ الْأَرْضِ. وَقَدْ أَخَذَ بِهَذَا الْإِقْتِرَاحِ اتِّحَادُ الْمَحَاكِمِ  
الدَّاخِلِيَّةِ لِلْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، وَأُطْلِقَ عَلَى ذَلِكَ الْمَجَالِ الْفَضَائِيِّ  
اسْمُ (نيوتراليا) أَوْ الْمِنْطَقَةُ الْمُحَايِدَةُ.

ثُمَّ تَقَدَّمَ الْمُشْرِعَانِ الْأَمِيرُ كِيّانِ لِيوبولد وَسْكَافوري  
بِاقْتِرَاحِ يَتَضَمَّنُ السَّمَاحَ لِكَافَةِ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ وَالْمَرْكَبَاتِ  
وَالْمَحَطَّاتِ الْمَدَارِيَّةِ الْفَضَائِيَّةِ أَنْ تُعْبَرُ تِلْكَ الْمِنْطَقَةُ الْمُحَايِدَةُ،  
مَهْمَا كَانَتْ طَبِيعَتُهَا، مَا دَامَ مُعْظَمُهَا يَتَّخِذُ لَهُ مَدَارًا بَيْنَ ارْتِفَاعِ  
(150 - 300) كم عَنْ سَطْحِ الْأَرْضِ.

وَفِي الْاجْتِمَاعِ الَّذِي عَقَدَهُ الْإِتِّحَادُ الْعَالَمِيُّ لِلْمِلَاحَةِ الْجَوِّيَّةِ  
يَوْمَ 4 تَشْرِينِ الْأَوَّلِ عَامَ 1960م، وَافَقَ مُمَثِّلُو الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّيِّ



تنتهي الحدود الفضائية الإقليمية لكل دولة حيث تنتهي نيران مضادات الطائرات.

مِنَ الْقَرْنِ الْحَادِي وَالْعِشْرِينَ، حَسَبَ تَقْدِيرِ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ  
وَالْفَضَاءِ.

وَأَمَامَ اتِّسَاعِ الْآفَاقِ الْفَضَائِيَّةِ يَوْمًا بَعْدَ يَوْمٍ، وَقِيَامِ  
الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ وَالْمَرْكَبَاتِ وَالْمَحَطَّاتِ الْفَضَائِيَّةِ بِالْأَدْوَارِ  
حَوْلَ الْأَرْضِ، كَانَ لَا بُدَّ مِنْ إِيجَادِ قَانُونٍ يُبَيِّنُ حُدُودَ الْفَضَاءِ  
الْخَارِجِيِّ لِكُلِّ دَوْلَةٍ مِنْ دُولِ الْعَالَمِ.

وَعِنْدَمَا عُقِدَ أَوَّلُ مُؤْتَمَرٍ دَوْلِيٍّ لِنَحْتِ هَذَا الْأَمْرِ، تَقَدَّمَ  
بَعْضُ الْمُشْرِعِينَ بِاقْتِرَاحِ اعْتَبَرُوهُ حَلًّا لِلْمُشْكَلَةِ، وَيَقْضِي  
بِتَطْبِيقِ إِحْدَى مَوَادِّ التَّشْرِيعِ الرُّومَانِيِّ الَّتِي جَاءَ فِيهَا : إِنَّ  
مَنْ يَمْتَلِكُ الْأَرْضَ، يَمْتَلِكُهَا عَالِيًّا حَتَّى السَّمَاءِ. إِلَّا أَنَّ هَذَا  
الْإِقْتِرَاحَ، أَسْقَطَهُ الْآخَرُونَ مِنَ الْمُؤْتَمَرِينَ الَّذِينَ بَيَّنُّوا أَنَّ  
الْمُشْرِعِينَ الرُّومَانَ، عِنْدَمَا وَضَعُوا هَذَا النَّصَّ الْقَانُونِيَّ، إِنَّمَا  
عَنَوْا بِهِ الْأَشْخَاصَ الَّذِينَ يُرِيدُونَ زِيَادَةَ الْأَدْوَارِ الْمَبْنِيَّةِ فَوْقَ  
بُيُوتِهِمْ، وَأَنَّهُ لَهُمْ الْحَقُّ فِي أَنْ يَتَطَاوَلُوا فِي أَبْنِيَتِهِمْ بِاتِّجَاهِ  
السَّمَاءِ قَدْرَ مَا يُرِيدُونَ.

وَبَعْدَ مُنَاقَشَاتٍ طَوِيلَةٍ، وَمُدَاوَلَاتٍ كَثِيرَةٍ، انْتَهَوْا إِلَى أَنَّ  
مِلْكِيَّةَ الدَّوْلَةِ لِلْفَضَاءِ الْقَائِمِ فَوْقَهَا، تَنْتَهِي مِنْ حَيْثُ الْارْتِفَاعُ،  
عِنْدَ النُّقْطَةِ الَّتِي لَا تَسْتَطِيعُ نِيرَانُهَا الْمُضَادَّةُ لِلطَّائِرَاتِ أَنْ  
تَتَجَاوَزَهُ. وَاسْتَدَّوْا فِي ذَلِكَ إِلَى النُّصُوصِ الَّتِي جَاءَ بِهَا الْقَانُونُ  
الدَّوْلِيُّ حَوْلَ سِيَادَةِ الدَّوْلِ عَلَى أَرْضِيَّهَا، وَالَّتِي جَاءَ فِيهَا :

إِنَّ السِّيَادَةَ الْإِقْلِيمِيَّةَ لِلدَّوْلَةِ، تَتَوَقَّفُ عِنْدَ الْحُدُودِ الَّتِي  
يَسْتَطِيعُ حُكَّامُهَا مُمَارَسَةَ الْقَوَانِينِ الْمَعْمُولِ بِهَا، وَدَوْدَ جَمِيعِ  
الْأُمَمِ الْآخَرَى عَنْهَا.



إِنَّ الْفَضَاءَ خَارِجَ الْجَوِّ الْأَرْضِيِّ، يَجِبُ أَنْ يُسْتَكْشَفَ،  
وَيُسْتَعْمَلَ لِصَالِحِ وَفَائِدَةِ الْإِنْسَانِيَّةِ جَمْعَاءَ، وَإِنَّ الْفَضَاءَ  
الْخَارِجِيَّ الْوَاقِعَ خَارِجَ الْجَوِّ الْأَرْضِيِّ، وَكَذَلِكَ الْأَجْرَامُ  
السَّمَائِيَّةُ، لَا تَخْضَعُ لِأَحْكَامِ السِّيَادَةِ الْقَوْمِيَّةِ، وَلَا لِمُطَالَبَةِ  
أَيَّةِ سُلْطَةٍ، إِذَا مَا اسْتُخْدِمَتْ أَوْ احْتُلَّتْ.

وَجَاءَ فِي الْمَادَّةِ الثَّاسِعَةِ مِنْهُ: إِنَّ سَائِرَ الدُّوَلِ تَعْتَبِرُ  
الْمَلَاْحِينَ الْكَوْنِيَّيْنَ كَسَفَرَاءَ فِي الْفَضَاءِ لِلْإِنْسَانِيَّةِ جَمْعَاءَ.

### الْبَحْثُ عَنْ كَوَاكِبَ أُخْرَى فِي الْكَوْنِ

فِي نِهَآيَةِ عَامِ 1989م، أَعْلَنَ الْعَالِمُ الْفَلَكِيُّ الْكَنْدِيُّ  
بِرُوسِ كَانَدَا، أَسْتَآذَ الْفَلَكِ فِي جَامِعَةِ فَيْكْتُورِيَا فِي كَنْدَا، أَنَّهُ  
اسْتَطَاعَ بِوَسَاطَةِ مِرْقَبٍ رَادَارِيٍّ اِكْتِشَافَ كَوْكَبٍ بِحُجْمِ كَوْكَبِ  
الْمُشْتَرِيِّ، يَتَّبِعُ نَجْمًا يَبْعُدُ عَنَّا مِقْدَارَ (30) سَنَةِ ضَوْئِيَّةٍ.



خَمَلُ السَّاتِلِ LDEF أَبْوَاغًا Spores مِنَ التَّوَعِ الْبَكْتِيرِيِّ تُسَمَّى Bacillus subtilis (فِي الزَّأْوِيَةِ الْعُلْيَا الْيُمْنَى) وَبَقِيَتْ فِي مَدَارِ السَّاتِلِ سِتَّ سَنَاتٍ.  
وَقَدْ وَجَدَ الْبَاحِثُونَ أَنَّ غِطَاءَ رَقِيقًا مِنَ الْأَلُمِينُومِ كَانَ كَافِيًا لِتَكْوِينِ دِرْعٍ وَاقٍ  
لِلْأَبْوَاغِ مِنَ الْأَشِعَّةِ فَوْقَ الْبَنْفَسَجِيَّةِ الضَّارَّةِ، مِمَّا سَمَحَ لِثَمَانَيْنِ فِي الْمِئَةِ مِنْهَا  
بِالْبَقَاءِ عَلَى قَيْدِ الْحَيَاةِ.



يَجِبُ إِدْخَالُ قَضِيَّةِ تَلَوُّثِ الْفَضَاءِ الْخَارِجِيِّ ضَمْنَ قَانُونِ الْفَضَاءِ الْخَارِجِيِّ  
وَتَشْرِيعَاتِهِ. يَظْهَرُ فِي هَذَا الرُّسْمِ عِزْرَاتُ وَبَرَاقُ وَمَلَاظِمُ وَأَسْلَافُ وَأَشْيَاءُ أُخْرَى  
مُتَخَلِّفَةٌ فِي مَدَارِ صَارُوخٍ قَدِيمٍ مُتَحَطِّمٍ. وَعَلَى مَرِّ الزَّمَنِ يَتَسْتَرْ الْخُطَامُ وَتَقُلُّ  
كَثَافَتُهُ. وَتَقُومُ الرَادَارَاتُ وَالْمَقَارِبُ الْعَسْكَرِيَّةُ بِتَعَقُّبِ الْقِطْعِ الْكَبِيرَةِ مِنْ  
الْأَتْقَاضِ الَّتِي يَبْلُغُ عَدْدُهَا تَقْرِيْبًا نَحْوَ (10000) جِسْمٍ فَضَائِيٍّ.

وَالْوَلَايَاتُ الْمُتَّحِدَةُ الْأَمِيرِكِيَّةُ عَلَى حُرِّيَةِ التَّحَرُّكِ فِي الْفَضَاءِ  
بِالنَّسْبَةِ لِكُلِّ صَارُوخٍ أَوْ قَمَرٍ صِنَاعِيٍّ أَوْ مَرْكَبَةٍ فَضَائِيَّةٍ أَوْ مَحْطَةٍ  
مَدَارِيَّةٍ، يَبْدَأُ مَدَارُهَا مِنْ ارْتِفَاعِ (100) كَمٍ عَنْ سَطْحِ الْأَرْضِ.  
أَمَّا الْمُسْرَعُ شَاخِرٌ فَقَدْ رَأَى مَعَ غَيْرِهِ مِنْ بَعْضِ الْمُسْرَعِينَ،  
بِأَنَّهُ لَا يَجُوزُ لَأَيَّةِ جِهَةٍ فِي الْعَالَمِ أَنْ تَقَيِّدَ حُرِّيَةَ التَّحَرُّكِ فِي الْفَضَاءِ  
الْخَارِجِيِّ، إِذْ شَأْنُهُ فِي ذَلِكَ شَأْنُ الْمِيَاهِ الْمُحِيطِيَّةِ وَالْبَحْرِيَّةِ الَّتِي  
تَقَعُ خَارِجَ نِطَاقِ الْمِيَاهِ الْإِقْلِيمِيَّةِ لِلدُّوَلِ.

وَفِي يَوْمِ 22 تَشْرِينَ الثَّانِي عَامِ 1963م، تَقَدَّمَ رَئِيسُ  
لَجَنَةِ الْفَضَاءِ الْمُتَّبِقَةِ عَنِ الْأُمَمِ الْمُتَّحِدَةِ بِمَشْرُوعٍ يَتَضَمَّنُ تِسْعَ  
نِقَاطٍ تُبَيِّنُ الْحُقُوقَ الْفَضَائِيَّةَ لِدُّوَلِ الْعَالَمِ؛ وَعِنْدَمَا طُرِحَ عَلَى  
التَّصْوِيتِ، نَالَ مُوَافَقَةً مُمَثِّلِي الْأُمَمِ الْمُتَّحِدَةِ، بِمَا فِي ذَلِكَ  
مُمَثِّلُو الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ وَالِاتِّحَادِ السُّوفِيَّيِّ.

وَمِنْ أَهَمِّ نِقَاطِ هَذَا الْمَشْرُوعِ التُّقَطَّاتَانِ الْأُولَى وَالْأُخْرَى؛  
فَقَدْ جَاءَ فِي الْمَادَّةِ الْأُولَى مِنْهُ:







الخطوة 1: 500 سنة



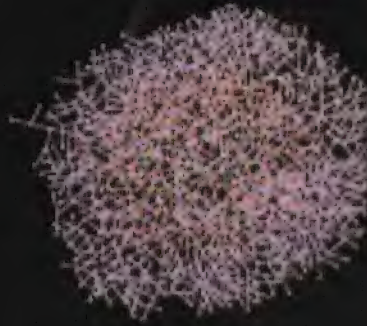
الخطوة 4: 2000 سنة



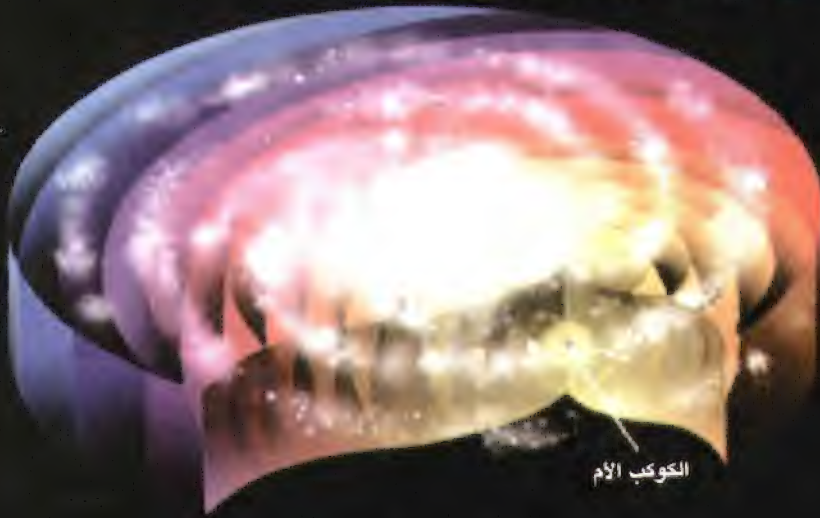
الخطوة 7: 3500 سنة



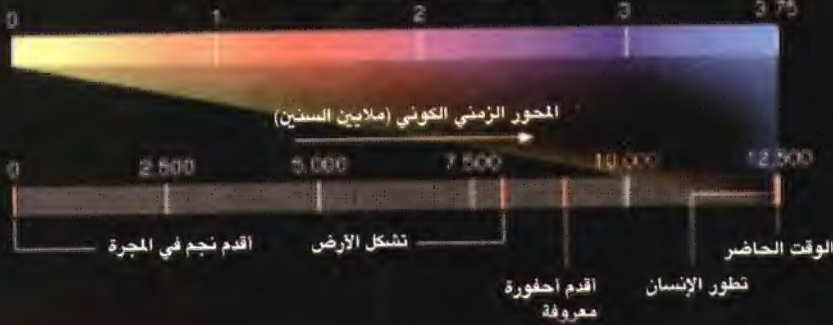
الخطوة 10: 5000 سنة



الخطوة 7500 : 3.75 مليون سنة (المجرة مستعمرة كلياً)



المحور الزمني للاستعمار (ملايين السنين)



الرسم)، ومسح للحضارات المتقدمة التي يُقال إنها من (النمط - I) على مسافة تبعد (40000) سنة ضوئية عن كوكبنا (الدائرة الحمراء). إن عدم الحصول على إشارات بدأ يُسبب قلقاً لدى كثير من العلماء.

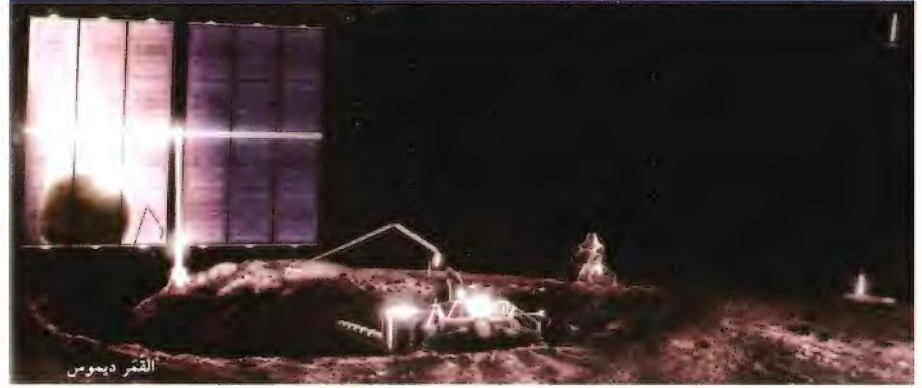
#### • استعمار المجرة

إن استعمار المجرة لا يستغرق الكثير من الوقت كما يتبادر إلى الذهن، يُمكن للإنسان أن يبدأ العملية بإرسال المستعمرين إلى نجمين قريبين، وهذه الرحلة قد تستغرق (100) سنة بوجود



صَفِيفٍ مِنَ الْأَلْوَحِ (الصَّفَائِحِ الشَّمْسِيَّةِ) الَّتِي تَدُورُ لِتَعْقِبَ الشَّمْسِ، وَمُخْتَبِرٍ قَائِمٍ عَلَى دَعَائِمٍ مُثَبَّتَةٍ بِالسَّطْحِ بِمَسَامِيرَ مُلَوَّلَةٍ بِسَبَبِ الثَّقَالَةِ الضَّعِيفَةِ، وَمِنْ غُرَفٍ لِلْمَعِيشَةِ مَوْجُودَةٍ فِي الْقِسْمِ الْمَرْكَزِيِّ مِنَ الْقَاعِدَةِ لِلوَقَايَةِ مِنَ الْإِشْعَاعِ. وَنُشَاهِدُ فِي أَقْصَى الْيَمِينِ مَسَاراً مُنْطَلِقاً إِلَى سَطْحِ الْكَوْكَبِ. وَيُرَى، فِي الْيَمِينِ مِنْ وَسْطِ الشَّكْلِ، الصَّارُوخُ الَّذِي سَيَقْلُ رُؤَادَ الْفَضَاءِ فِي رِحْلَةِ عَوْدَتِهِمْ إِلَى الْأَرْضِ.

إِنْ قَلَعَةً فِي مَسَارِ حَوْلِ الْمَرِيخِ، قَدْ يَكُونُ لَهَا أَرْبَعَةُ مَرَاغِيءَ لِلرَّسْوِ وَالْإِقْلَاعِ فِي نِهَائِي الذَّرَاعِينَ الْمُتَقَاطِعَتَيْنِ. وَذَلِكَ لِاسْتِقْبَالِ مَرَكَبَاتِ إِعَادَةِ تَمْوِينِ رُبُوبِيَّةٍ وَتَكْسَاتِ تَوَجُّهُ نَحْوِ الْكَوَاكِبِ. سَوْفَ يَجْرِي تَخْزِينُ الطَّعَامِ وَالْعَتَادِ فِي الذَّرَاعَيْنِ، وَمِنْ الْمُمْكِنِ أَنْ تَحْتَوِيَ إِحْدَى هَاتَيْنِ الذَّرَاعَيْنِ عَلَى دَفِينَةٍ أَوْ بَيْتٍ مَحْمِي **Greenhouse** مُضَاءَةً صِنَاعِيًّا. وَفِي الْعَمُودِ الْمَرْكَزِيِّ، تُوجَدُ أُمْكُنَةُ الْإِعَاشَةِ الَّتِي تَتَضَمَّنُ مَلْجَأً مَحْمِياً جَيِّداً مِنَ الْعَوَاصِفِ الشَّمْسِيَّةِ. وَفِي الْحَالَةِ الَّتِي تَسِيرُ فِيهَا السَّفِينَةُ بِالطَّاقَةِ النَّوَوِيَّةِ. سَيَكُونُ لَهَا مَشْعَاتٌ لِتَبْدِيدِ حَرَارَةِ الْمُحَرِّكِ فِي الْأَسْفَلِ.



القمر ديموس

تَقَانَةٌ مُنَاسِبَةٌ مُتَوَقَّعَةٌ. وَلِنَقْلِ إِنَّهُ بَعْدَ (400) سَنَةٍ أُرْسِلَتْ كُلُّ دَوْلَةٍ مُسْتَعْمِرَةٍ بَعَثَتَيْنِ اسْتِعْمَارِيَّتَيْنِ، فَبَعْدَ (1000) سَنَةٍ سَتَكُونُ سَلَالَتُنَا قَدْ اسْتَعْمَرَتْ جَمِيعَ الْمَنْظُومَاتِ النَّجْمِيَّةِ الَّتِي (200) سَنَةٍ ضَوْئِيَّةٍ. وَسَيَتَلَبَّبُ اسْتِعْمَارُ الْمَجَرَّةِ بِأَكْمِلِهَا زَمَناً قَدْرُهُ (3.75) مِلْيُونِ سَنَةٍ، وَهَذَا الزَّمَنُ لَيْسَ إِلَّا جُزْءاً يَسِيرُ مِنَ الثَّانِيَةِ وَفَقَ السَّلَامِ الْكَوْنِيِّ الزَّمَنِيِّ. فَلَوْ أَنَّ حَضَارَةً غَرِيبَةً وَاحِدَةً بَدَأَتْ فِي يَوْمٍ مَا بِتَنْفِيزِ مِثْلِ هَذَا الْبَرْنَامِجِ لَكَانَتْ مُسْتَعْمِرَاتُهَا تَنْشِيرُ الْيَوْمَ أَيْتِمَا نَنْظُرْنَا.

### • كَوَاكِبُ شَبِيهَةٌ بِالْأَرْضِ

رُبَّمَا يَكُونُ قَدْ كَشِفَ عَنْ كَوْكَبٍ شَبِيهِ بِالْأَرْضِ حَوْلَ النَّجْمِ الثَّنَائِيِّ (CM - الثَّنِين). وَقَدْ رَصَدَ الْعُلَمَاءُ اهْتِمَاماً طَفِيفاً يَتَكَرَّرُ بِانْتِظَامٍ لِضَوْءِ النَّجْمِ - وَقَدْ يُشِيرُ ذَلِكَ إِلَى وَجُودِ كَوْكَبٍ يَمُرُّ أَمَامَ النَّجْمِ الثَّنَائِيِّ. وَسَوَاءٌ ثَبَّتَ هَذَا الْأَمْرُ أَمْ لَا، فَإِنَّ تَقْنِيَةَ الْبَحْثِ عَنْ ذَبْذَبَاتٍ فِي السَّطُوعِ النَّجْمِيِّ هِيَ الْآنَ أَفْضَلُ أَمَلٍ لِلْفَلَكَائِيِّينَ فِي الْعُثُورِ عَلَى عَوَالِمٍ تَصْلُحُ لَوْجُودِ حَيَاةٍ عَلَيْهَا.



كوكب شبيه بالأرض

### • التَّحْضِيرُ لِلسَّفَرِ إِلَى الْمَرِيخِ

قَدْ تَكُونُ الْقَاعِدَةُ عَلَى الْقَمَرِ (ديموس) مُؤَلَّفَةً مِنْ



القلعة المريخية



## أَهَمُّ النَّيَّازِكِ الَّتِي سَقَطَتْ فِي الْعَالَمِ

لَقَدْ خَلَفَتْ لَنَا كُتُبُ التَّارِيخِ، أَوْ كُتُبُ الدَّرَاسَاتِ الْعِلْمِيَّةِ الْفَلَكَيَّةِ، تَسْجِيلَاتٍ تَنَاوَلَتْ عِدَدًا كَبِيرًا مِنْ أَخْبَارِ النَّيَّازِكِ الَّتِي سَقَطَتْ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ، وَفِيمَا يَلِي أَهْمُهَا :

(1) فِي شَهْرِ كَانُونِ الثَّانِي مِنْ عَامِ 1606م، سَقَطَ نَيْزِكٌ فِي الصِّينِ، أَدَّى إِلَى تَدْمِيرِ عِدَدٍ مِنَ الْمَنَازِلِ وَالْعَرَبَاتِ، كَمَا أَدَّى إِلَى مَقْتَلِ (10) أَشْخَاصٍ.

(2) وَفِي عَامِ 1620م، عَثِرَ عَلَى نَيْزِكٍ حَدِيدِيٍّ فِي مُقَاطَعَةٍ (الْبَنَجَابِ) فِي شَمَالِ غَرْبِ (الْهِنْدِ)، وَقَدْ صُنِعَ مِنْهُ سَيْفٌ إِمْبَرِاطُورِ الْهِنْدِ (جِيهَانِ كِيرَ)، دُعِيَ (سَيْفُ الصَّاعِقَةِ).

(3) وَفِي عَامِ 1770م، سَقَطَ نَيْزِكٌ صَخْرِيٌّ فِي (سِيِيرِيَا)، فِي شَرْقِ الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّتِيِّ، وَكَانَ مِنْ نَوْعِ (الْكُونْدَرِيْتِ)، أَيْ مِنَ النَّوْعِ الَّذِي يَضُمُّ فِي ثَنَائِهِ حَبِيبَاتٍ مَعْدِنِيَّةً مُتَبَلُورَةً، وَقَدْ بَلَغَ وَزْنُهُ (700) كِغ.

(4) كَمَا عَثِرَ عَلَى نَيْزِكٍ آخَرَ فِي (سِيِيرِيَا)، إِلَّا أَنَّهُ كَانَ مِنَ الْحَدِيدِ الْمَمْزُوجِ بِقَلِيلٍ مِنَ النِّيكِلِ وَالْأَلْمِنِيُومِ، وَقَدْ بَلَغَ وَزْنُهُ (40) طَنَا.

(5) وَفِي شَهْرِ آبٍ مِنْ سَنَةِ 1860م، سَقَطَ نَيْزِكٌ فِي شَرْقِ (الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ)، ظَلَّ شَرِيطُهُ الثُّورِيَّ مَرَّتَيْنِ لِمُدَّةِ (8) ثَوَانٍ، قَطَعَ خِلَالَ (384) كِمْ فِي الْجَوِّ قَبْلَ أَنْ يَرْتَظِمَ بِسَطْحِ الْأَرْضِ.

(6) وَفِي عَامِ 1865م، سَقَطَ نَيْزِكٌ فِي (الْجَزَائِرِ) قُرْبَ بَلَدَةِ (عَمَالَةِ).

(7) وَفِي عَامِ 1890م، عَثِرَ فِي مِنتَقَةِ (سَانَتَا كَرُوزَ)، فِي (الْبِرَازِيلِ)، عَلَى نَيْزِكٍ حَدِيدِيٍّ وَزْنُهُ (25) طَنَا.

(8) وَفِي عَامِ 1895م، اكْتُشِفَ الرَّحَالَةُ (بِيرِي)، أَثْنَاءَ

تَجَوُّلِهِ فِي جَزِيرَةِ (غْرِينْلَانْدِ)، نَيْزِكًا حَدِيثَ الشُّقُوطِ، بَلَغَ وَزْنُهُ (40) طَنَا، وَقَدْ تَمَّ تَحْلِيلُ جُزْءٍ مِنْهُ، فَتَبَيَّنَ أَنَّهُ يَتَكَوَّنُ مِنْ حَوَالِي (30) نَوْعًا مِنَ الْمَوَادِّ الَّتِي يَضُمُّهَا سَطْحُ الْأَرْضِ، وَفِي مُقَدِّمَتِهَا (الْحَدِيدُ، وَالنِّيكِلُ، وَالْمَغْنِيسِيُومُ، وَالسَّيْلِسُ، وَالْكَالْسِيُومُ، وَالنُّحَاسُ، وَالْقَصْدِيرُ، وَالْكُوبَالَتُ، وَالْأُوكْسِجِينُ، وَالْبُوتَاسِيُومُ، وَالصُّودِيُومُ، وَالْكَبْرِيْتُ).

(9) وَفِي عَامِ 1898م، عَثِرَ فِي مُقَاطَعَةٍ (تَشِينْغِهَوِ) التَّابِعَةِ لِمِنْطَقَةِ (سِينْكِيانْغِ) - أَيْ (الْتُرْكِسْتَانِ الصِّينِيَّةِ) - عَلَى نَيْزِكٍ حَدِيدِيٍّ مَمْزُوجٍ بِقَلِيلٍ مِنَ (النِّيكِلِ) وَبَعْضِ الْمَعَادِنِ الْآخَرَى، وَقَدْ بَلَغَ حَجْمُهُ (3.5) م<sup>3</sup>، كَمَا بَلَغَ وَزْنُهُ (30) طَنَا.

وَقَدْ نُقِلَ إِلَى مَتْخَفِ مَدِينَةِ (أُورُومْتِشِي) فِي (الْتُرْكِسْتَانِ الصِّينِيَّةِ)، حَيْثُ يُعْرَضُ هُنَاكَ عَلَى زُوَارِ ذَلِكَ الْمَتْخَفِ.

(10) وَفِي عَامِ 1902م، عَثِرَ عَلَى أَكْبَرَ نَيْزِكٍ سَقَطَ قُرْبَ بَلَدَةِ (بُورْتْلَانْدِ) فِي وِلَايَةِ (أُورِيْغُونِ) فِي غَرْبِ (الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ)، دُعِيَ بِنَيْزِكِ (وِيلَامِيْتِ). وَقَدْ بَلَغَ وَزْنُهُ (12) طَنَا، وَيَتَأَلَّفُ مِنَ (الْحَدِيدِ) وَ(النِّيكِلِ) وَعَدَدٍ مِنَ الْمَعَادِنِ الْآخَرَى.

(11) وَفِي عَامِ 1908م، سَقَطَ نَيْزِكٌ فِي (سِيِيرِيَا) فِي شَرْقِ (الْإِتِّحَادِ السُّوفِيَّتِيِّ)، وَقَدْ بَلَغَ وَزْنُهُ (136) طَنَا.

(12) وَقَدْ عَثَرَ الرَّحَالَةُ (نُورْدَنُو سَكُوبِلْدِ) فِي جَزِيرَةِ (غْرِينْلَانْدِ) عَلَى نَيْزِكٍ حَدِيدِيٍّ ضَخْمٍ، بَلَغَ وَزْنُهُ (20) طَنَا.

(13) كَمَا تَمَّ الْعُثُورُ عَلَى نَيْزِكٍ كَبِيرٍ فِي السَّلْسِلَةِ الْجَبَلِيَّةِ الْمُسَمَّاةِ (سِيِيرَا دِي شَاكُو)، فِي غَرْبِ (الْأَرَجَنْتِينِ) فِي أَمِيرِكَا الْجَنُوبِيَّةِ، وَكَانَ مُؤَلَّفًا مِنَ (الْحَدِيدِ) فِي الدَّرَجَةِ الْأُولَى.

(14) وَفِي يَوْمِ (14) آبِ سَنَةِ 1962م، سَقَطَ نَيْزِكٌ حَدِيدِيٍّ فِي مِنتَقَةِ (بُوغُو) فِي دَوْلَةِ (الْفُولْتَا الْعُلْيَا)، بَلَغَ وَزْنُهُ (8.8) طُن.

(15) وَفِي شَهْرِ حَزْرِيَّانَ عَامَ 1964م، سَقَطَ نَيْزِكٌ قُرْبَ بَلَدَةِ (غِرَانِ) فِي مِنتَقَةِ (أُودِ) فِي دَوْلَةِ (غُوِيَّانَا).



(23) وَفِي يَوْمِ (28) حُرَيْرَانَ عَامَ 1938م، انفَجَرَ نَيْزُكَ قُرْبَ سَطْحِ الْأَرْضِ، فِي حَقْلٍ قُرْبَ مَدِينَةِ (شِيكاغو) فِي مَقَاطَعَةِ (بنسلفانيا) فِي (الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ)، وَتَطَايَرَتْ شَطَايَاهُ، الَّتِي أَصَابَ بَعْضُهَا بَقَرَةٌ فِي ذَلِكَ الْحَقْلِ، وَخَلَفَ فِي جَسَدِهَا عَدَدًا مِنَ الْجُرُوحِ، وَقَدْ عُثِرَ عَلَى قِسْمٍ مِنْ تِلْكَ الشَّطَايَا فِي ذَلِكَ الْحَقْلِ، كَمَا عُثِرَ عَلَى قِسْمٍ آخَرَ مِنْهَا عَلَى مَسَافَاتٍ بَعِيدَةٍ عَنْهُ.

(24) وَفِي يَوْمِ (29) أَيْلُولَ عَامَ 1938م، سَقَطَ نَيْزُكَ بَرَزْنٌ أَكْثَرَ مِنْ (1.5) كِغ فِي مَنَاطِقَةِ (ماكويين) فِي وِلَايَةِ (إيللينوي)، فِي (الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ)، اخْتَرَقَ سَطْحَ مِرَآبٍ فِي بَلَدَةِ (بنلد)، كَمَا اخْتَرَقَ سَطْحَ السَّيَّارَةِ الَّتِي كَانَتْ مَوْجُودَةً فِيهِ، ثُمَّ اسْتَقَرَّ فِي أَرْضِهَا.

(16) كَمَا سَقَطَ نَيْزُكَ كَبِيرٌ فِي مَقَاطَعَةِ (غارون العليا) فِي جَنُوبِ غَرْبِ (فَرَنْسَا)، أَحْدَثَ ارْتِطَامُهُ بِالْأَرْضِ دَوِيًّا يَصُمُّ الْأَذَانِ، كَمَا أَصَابَ عَدَدًا مِنَ الْأَغْنَامِ وَقَضَى عَلَيْهَا. وَقَدْ ارْتَفَعَتْ حَرَارَةُ هَوَاءِ الْمَنَاطِقَةِ الْمُحِيطَةِ بِسُقُوطِهِ، مِمَّا أَدَّى إِلَى إِشْعَالِ الْحَرَائِقِ فِي الْمَحَاصِيلِ الزَّرَاعِيَّةِ.

(17) وَفِي يَوْمِ (30) تَشْرِينَ الثَّانِي عَامَ 1654م، وَفِي السَّاعَةِ الرَّابِعَةِ عَشْرَةَ بِتَوَقِيتِ وِلَايَةِ (أَلَابَامَا) فِي الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، سَقَطَ نَيْزُكَ فَوْقَ مَنَزِلِ السَّيِّدَةِ الْأَمِيرِكِيَّةِ (هيوليت هودجس)، فِي مَدِينَةِ (سيلاكوكا)، وَكَانَ وَزْنُهُ (4) كِغ، اخْتَرَقَ سَقْفَ مَنَزِلِهَا، وَأَصَابَهَا فِي جَنْبِهَا الْأَيْسَرِ. وَقَدْ أُجْرِيتْ لِلْجَرْحِ الْبَلِغِ، الَّذِي أُصِيبَتْ بِهِ، عَمَلِيَّةٌ جَرَّاحِيَّةٌ أَنْقَذَتْهَا مِنَ الْمَوْتِ الْمُحْتَمِّ.

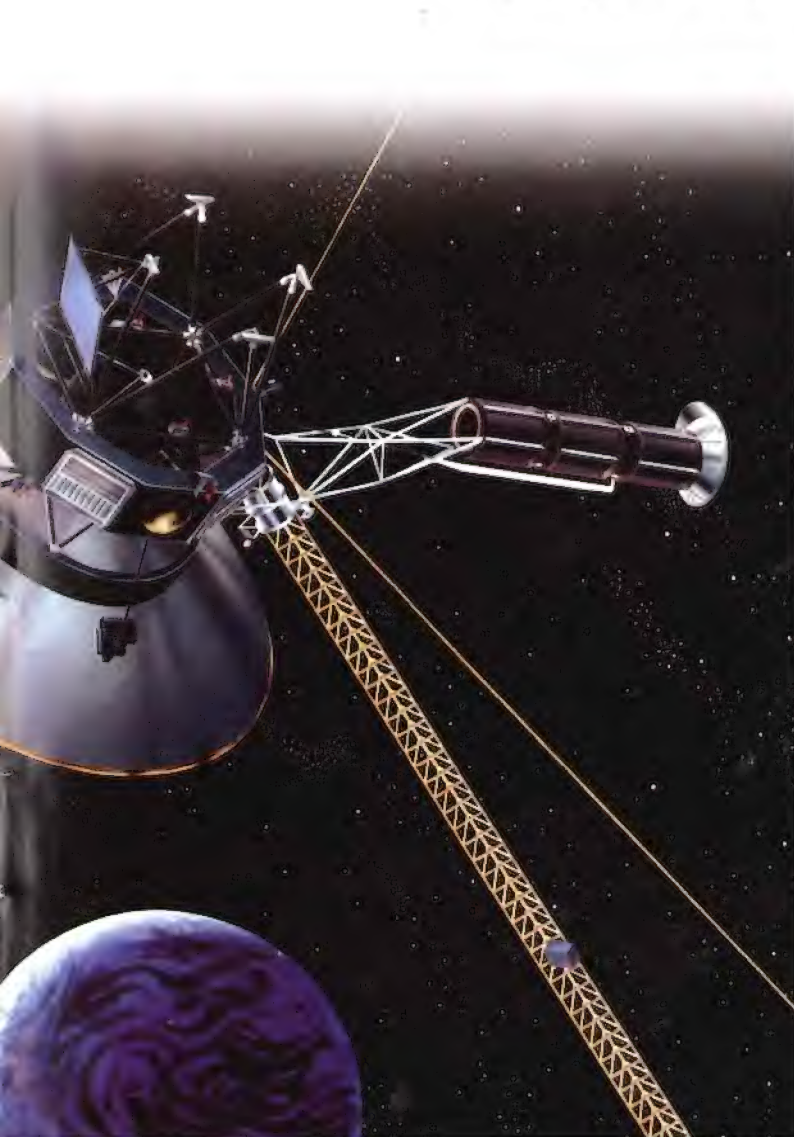
(18) وَيَوْمِ (14) أَيْلُولَ عَامَ 1511م، انفَجَرَ نَيْزُكَ فَوْقَ مَدِينَةِ (كريمَا) فِي (إِيطَالِيَا)، وَانْتَشَرَ مِنْهُ أَكْثَرَ مِنْ (1000) شَظِيَّةٍ، أَصَابَتْ رَاهِبًا فَفَقَّطَتْهُ كَمَا قَتَلَتْ عَدَدًا كَبِيرًا مِنَ الْحَيَوَانَاتِ وَالطُّيُورِ.

(19) وَيَوْمِ (16) كَانُونِ الثَّانِي عَامَ 1825م، سَقَطَ نَيْزُكَ فِي مَنَاطِقَةِ (أوريانغ) فِي (الْهِنْدِ)، قَتَلَ رَجُلًا، وَجَرَحَ الْمَرْأَةَ الَّتِي كَانَتْ بِجَانِبِهِ جَرْحًا بَلِغًا.

(20) وَيَوْمِ (16) شُبَّاطَ عَامَ 1827م، سَقَطَ نَيْزُكَ فِي (الْهِنْدِ) عَلَى ذِرَاعِ رَجُلٍ مِمَّا أَوْدَى بِحَيَاتِهِ.

(21) وَفِي يَوْمِ (11) تَشْرِينَ الثَّانِي عَامَ 1836م، سَقَطَ نَيْزُكَ عَلَى مُهَرٍ فِي مَقَاطَعَةِ (أوهايو)، فِي (الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ)، فَفَقَّطَتْهُ.

(22) وَفِي يَوْمِ (28) نَيْسَانَ سَنَةِ 1927م، وَفِي السَّاعَةِ النَّاسِعَةِ بِتَوَقِيتِ مَدِينَةِ (آبَا) الْيَابَانِيَّةِ، سَقَطَ نَيْزُكَ صَغِيرٌ فِي هَذِهِ الْمَدِينَةِ، وَمَسَّ كَتِفَ ابْنَةٍ (تاهاي كورياما)، الْبَالِغَةِ مِنَ الْعُمُرِ (5) سَنَوَاتٍ، مَسًّا خَفِيفًا، مِمَّا أَدَّى إِلَى إِصَابَتِهَا بِجَرْحٍ خَفِيفٍ.





## أَهَمُّ النَّيَارِكِ الَّتِي سَقَطَتْ فِي الْعَالَمِ

لَقَدْ خَلَفَتْ لَنَا كُتُبُ التَّارِيخِ، أَوْ كُتُبُ الدَّرَاسَاتِ الْعِلْمِيَّةِ الْفَلَكِيَّةِ، تَسْجِيلَاتٍ تَنَاوَلَتْ عَدَدًا كَبِيرًا مِنْ أَخْبَارِ النَّيَارِكِ الَّتِي سَقَطَتْ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ، وَفِيمَا يَلِي أَهْمُهَا:

(1) فِي شَهْرِ كَانُونِ الثَّانِي مِنْ عَامِ 1606م، سَقَطَ نَيْرُكٌ فِي الصِّينِ، أَدَّى إِلَى تَدْمِيرِ عَدَدٍ مِنَ الْمَنَازِلِ وَالْعَرَبَاتِ، كَمَا أَدَّى إِلَى مَقْتَلِ (10) أَشْخَاصٍ.

(2) وَفِي عَامِ 1620م، عُثِرَ عَلَى نَيْرُكٍ حَدِيدِيٍّ فِي مَقَاطَعَةِ (الْبَنَجَابِ) فِي شَمَالِ غَرْبِ (الْهِنْدِ)، وَقَدْ صُنِعَ مِنْهُ سَيْفٌ إِمْبَرَاطُورِ الْهِنْدِ (جِيهَان كِير)، دُعِيَ (سَيْفُ الصَّاعِقَةِ).

(3) وَفِي عَامِ 1770م، سَقَطَ نَيْرُكٌ صَخْرِيٌّ فِي (سِيْبِيرِيَا)، فِي شَرْقِ الْإِتِّحَادِ الشُّوْفِيَّةِيِّ، وَكَانَ مِنْ نَوْعِ (الْكُونْدَرِيْتِ)، أَيْ مِنَ النَّوْعِ الَّذِي يَضُمُّ فِي ثَنَائِيهِ حَبِيَّاتٍ مَعْدِنِيَّةٍ مُتَبَلُورَةً، وَقَدْ بَلَغَ وَزْنُهُ (700) كِغ.

(4) كَمَا عُثِرَ عَلَى نَيْرُكٍ آخَرَ فِي (سِيْبِيرِيَا)، إِلَّا أَنَّهُ كَانَ مِنَ الْحَدِيدِ الْمَمْرُوجِ بِقَلِيلٍ مِنَ النَّيْكِلِ وَالْأَلْمِنِيُومِ، وَقَدْ بَلَغَ وَزْنُهُ (40) طَنًا.

(5) وَفِي شَهْرِ آبٍ مِنْ سَنَةِ 1860م، سَقَطَ نَيْرُكٌ فِي شَرْقِ (الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ)، ظَلَّ شَرِيطُهُ النُّورِيُّ مَرْتَبًا لِمُدَّةِ (8) ثَوَانٍ، قَطَعَ خِلَالَ (384) كِمْ فِي الْجَوِّ قَبْلَ أَنْ يَرْتَطِمَ بِسَطْحِ الْأَرْضِ.

(6) وَفِي عَامِ 1865م، سَقَطَ نَيْرُكٌ فِي (الْجَزَائِرِ) قُرْبَ بَلَدَةِ (عَمَالَة).

(7) وَفِي عَامِ 1890م، عُثِرَ فِي مَنَاطِقَةِ (سَانْتَا كروز)، فِي (الْبِرَازِيلِ)، عَلَى نَيْرُكٍ حَدِيدِيٍّ وَزْنُهُ (25) طَنًا.

(8) وَفِي عَامِ 1895م، اكْتَشَفَ الرَّحَالَةُ (بِيرِي)، أَثْنَاءَ

تَجَوَّالِهِ فِي جَزِيرَةِ (غْرِينْلَانْد)، نَيْرُكًا حَدِيثَ الشُّقُوطِ، بَلَغَ وَزْنُهُ (40) طَنًا، وَقَدْ تَمَّ تَحْلِيلُ جُزْءٍ مِنْهُ، فَتَبَيَّنَ أَنَّهُ يَتَكَوَّنُ مِنْ حَوَالِي (30) نَوْعًا مِنَ الْمَوَادِّ الَّتِي يَضُمُّهَا سَطْحُ الْأَرْضِ، وَفِي مُقَدِّمَتِهَا (الْحَدِيدُ، وَالنَّيْكِلُ، وَالْمَغْنِيسِيُومُ، وَالسَّيْلِسُ، وَالْكَالْسِيُومُ، وَالنُّحَاسُ، وَالْقَصْدِيرُ، وَالْكُوبَالْتُ، وَالْأُوكْسِجِينُ، وَالْبُوتَاسِيُومُ، وَالصُّودِيُومُ، وَالْكَبْرَيْتُ).

(9) وَفِي عَامِ 1898م، عُثِرَ فِي مَقَاطَعَةِ (تَشِينْغُو) التَّابِعَةِ لِمِنْطَقَةِ (سِينْكِانْغ) - أَيْ (الْتُرْكِسْتَانِ الصِّينِيَّةِ) - عَلَى نَيْرُكٍ حَدِيدِيٍّ مَمْرُوجٍ بِقَلِيلٍ مِنَ (النَّيْكِلِ) وَبَعْضِ الْمَعَادِنِ الْأُخْرَى، وَقَدْ بَلَغَ حَجْمُهُ (3.5) م<sup>3</sup>، كَمَا بَلَغَ وَزْنُهُ (30) طَنًا.

وَقَدْ نُقِلَ إِلَى مُنْخَفِ مَدِينَةِ (أُورُومْتِشِي) فِي (الْتُرْكِسْتَانِ الصِّينِيَّةِ)، حَيْثُ يُعْرَضُ هُنَاكَ عَلَى رُؤَاةِ ذَلِكَ الْمُنْخَفِ.

(10) وَفِي عَامِ 1902م، عُثِرَ عَلَى أَكْبَرِ نَيْرُكٍ سَقَطَ قُرْبَ بَلَدَةِ (بُورْتْلَانْد) فِي وِلَايَةِ (أُورِيغُون) فِي غَرْبِ (الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ)، دُعِيَ بِنَيْرُكٍ (وِيلَامِيْت). وَقَدْ بَلَغَ وَزْنُهُ (12) طَنًا، وَيَتَأَلَّفُ مِنَ (الْحَدِيدِ) وَ(النَّيْكِلِ) وَعَدَدٍ مِنَ الْمَعَادِنِ الْأُخْرَى.

(11) وَفِي عَامِ 1908م، سَقَطَ نَيْرُكٌ فِي (سِيْبِيرِيَا) فِي شَرْقِ (الْإِتِّحَادِ الشُّوْفِيَّةِيِّ)، وَقَدْ بَلَغَ وَزْنُهُ (136) طَنًا.

(12) وَقَدْ عُثِرَ الرَّحَالَةُ (نُورْدَنُو سَكُويلْد) فِي جَزِيرَةِ (غْرِينْلَانْد) عَلَى نَيْرُكٍ حَدِيدِيٍّ ضَخْمٍ، بَلَغَ وَزْنُهُ (20) طَنًا.

(13) كَمَا تَمَّ الْعُثُورُ عَلَى نَيْرُكٍ كَبِيرٍ فِي السَّلْسِلَةِ الْجَبَلِيَّةِ الْمُسَمَّاةِ (سِيْرَادِي شَاكُو)، فِي غَرْبِ (الْأَرْجَنْتِينِ) فِي أَمِيرِكَا الْجَنُوبِيَّةِ، وَكَانَ مُؤَلَّفًا مِنَ (الْحَدِيدِ) فِي الدَّرَجَةِ الْأُولَى.

(14) وَفِي يَوْمِ (14) آبٍ سَنَةِ 1962م، سَقَطَ نَيْرُكٌ حَدِيدِيٍّ فِي مَنَاطِقَةِ (بُوغُو) فِي دَوْلَةِ (الْفُولْتَا الْعُلْيَا)، بَلَغَ وَزْنُهُ (8.8) طَن.

(15) وَفِي شَهْرِ حُزَيْرَانَ عَامِ 1964م، سَقَطَ نَيْرُكٌ قُرْبَ بَلَدَةِ (غِرَان) فِي مَنَاطِقَةِ (أُود) فِي دَوْلَةِ (غُوْيَانَا).



(23) وَفِي يَوْمِ (28) حُزْرَانَ عَامَ 1938م، انْفَجَرَ نَيْرُكَ قُرْبَ سَطْحِ الْأَرْضِ، فِي حَقْلٍ قُرْبَ مَدِينَةِ (شِيكاغو) فِي مُقَاطَعَةِ (بنسلفانيا) فِي (الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ)، وَتَطَايَرَتْ شَطَايَاهُ، الَّتِي أَصَابَ بَعْضُهَا بَقَرَةٌ فِي ذَلِكَ الْحَقْلِ، وَخَلَفَ فِي جَسَدِهَا عَدَدًا مِنَ الْجُرُوحِ، وَقَدْ عُثِرَ عَلَى قِسْمٍ مِنْ تِلْكَ الشَّطَايَا فِي ذَلِكَ الْحَقْلِ، كَمَا عُثِرَ عَلَى قِسْمٍ آخَرَ مِنْهَا عَلَى مَسَافَاتٍ بَعِيدَةٍ عَنْهُ.

(24) وَفِي يَوْمِ (29) أَيْلُولَ عَامَ 1938م، سَقَطَ نَيْرُكَ بَيْنَ أَكْثَرِ مِنْ (1.5) كِغ فِي مِثْقَلَةِ (ماكويين) فِي وِلَايَةِ (إيللينوي)، فِي (الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ)، اخْتَرَقَ سَطْحَ مِرَابٍ فِي بَلَدَةِ (بنلد)، كَمَا اخْتَرَقَ سَطْحَ السَّيَّارَةِ الَّتِي كَانَتْ مَوْجُودَةً فِيهِ، ثُمَّ اسْتَقَرَّ فِي أَرْضِهَا.

(16) كَمَا سَقَطَ نَيْرُكَ كَبِيرٌ فِي مُقَاطَعَةِ (غارون العليا) فِي جَنُوبِ غَرْبِ (فَرَنْسَا)، أَحْدَثَ ارْتِطَامُهُ بِالْأَرْضِ دَوِيًّا يَصُمُّ الْأَذَانُ، كَمَا أَصَابَ عَدَدًا مِنَ الْأَغْنَامِ وَقَضَى عَلَيْهَا. وَقَدْ ارْتَفَعَتْ حَرَارَةُ هَوَاءِ الْمُنْطَقَةِ الْمُحِيطَةِ بِسُقُوطِهِ، مِمَّا أَدَّى إِلَى إِشْعَالِ الْحَرَائِقِ فِي الْمَحَاصِيلِ الزَّرَاعِيَّةِ.

(17) وَفِي يَوْمِ (30) تَشْرِينَ الثَّانِي عَامَ 1654م، وَفِي السَّاعَةِ الرَّابِعَةِ عَشْرَةَ بِتَوَقِيتِ وِلَايَةِ (أَلَابَامَا) فِي الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، سَقَطَ نَيْرُكَ فَوْقَ مَنْزِلِ السَّيِّدَةِ الْأَمِيرِكِيَّةِ (هيووليت هودجس)، فِي مَدِينَةِ (سِيلَاكوكَا)، وَكَانَ وَزْنُهُ (4) كِغ، اخْتَرَقَ سَقْفَ مَنْزِلِهَا، وَأَصَابَهَا فِي جَنْبِهَا الْأَيْسَرِ. وَقَدْ أُجْرِيتْ لِلْجَرْحِ الْبَلِيعِ، الَّذِي أُصِيبَتْ بِهِ، عَمَلِيَّةٌ جِرَاحِيَّةٌ أَنْقَذَتْهَا مِنَ الْمَوْتِ الْمُحْتَمِّ.

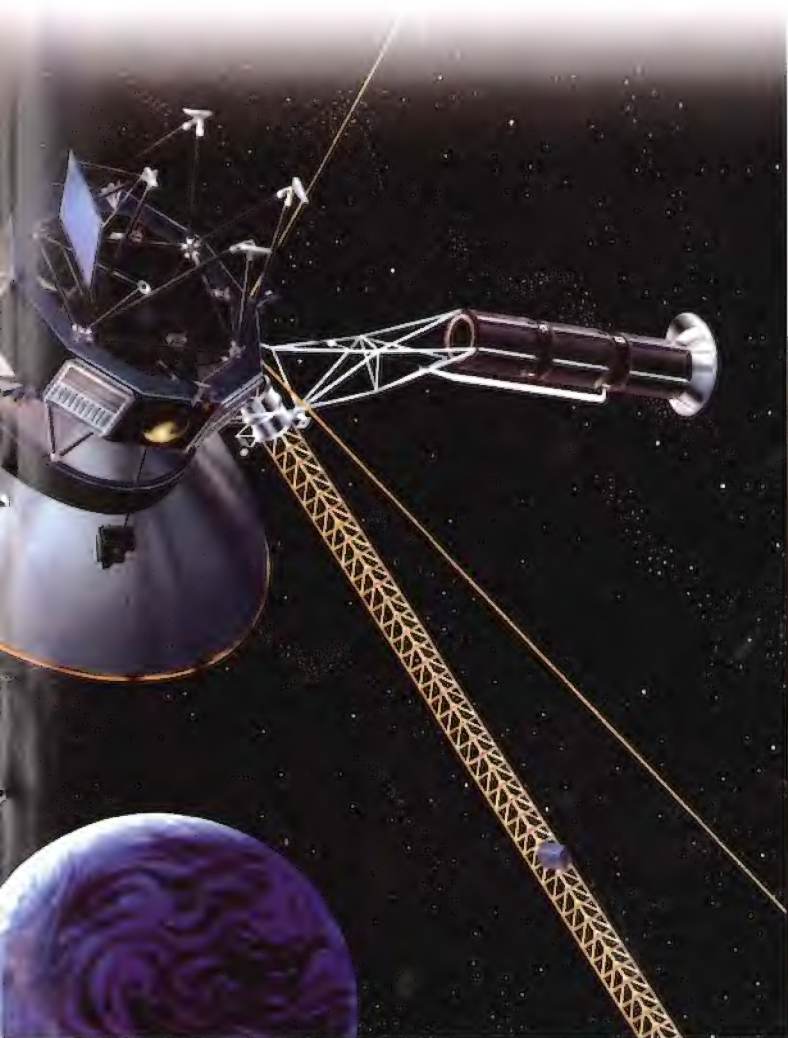
(18) وَيَوْمِ (14) أَيْلُولَ عَامَ 1511م، انْفَجَرَ نَيْرُكَ فَوْقَ مَدِينَةِ (كريمَا) فِي (إِيطَالِيَا)، وَانْتَشَرَ مِنْهُ أَكْثَرُ مِنْ (1000) شَطِيطَةٍ، أَصَابَتْ رَاهِبًا فَقَتَلَتْهُ كَمَا قَتَلَتْ عَدَدًا كَبِيرًا مِنَ الْحَيَوَانَاتِ وَالطُّيُورِ.

(19) وَيَوْمِ (16) كَانُونِ الثَّانِي عَامَ 1825م، سَقَطَ نَيْرُكَ فِي مِثْقَلَةِ (أُورِيَانِغ) فِي (الْهِنْدِ)، قَتَلَ رَجُلًا، وَجَرَحَ الْمَرْأَةَ الَّتِي كَانَتْ بِجَانِبِهِ جَرْحًا بَلِيعًا.

(20) وَيَوْمِ (16) شَبَاطَ عَامَ 1827م، سَقَطَ نَيْرُكَ فِي (الْهِنْدِ) عَلَى ذِرَاعِ رَجُلٍ مِمَّا أَوْدَى بِحَيَاتِهِ.

(21) وَفِي يَوْمِ (11) تَشْرِينَ الثَّانِي عَامَ 1836م، سَقَطَ نَيْرُكَ عَلَى مُهْرٍ فِي مُقَاطَعَةِ (أُوهايو)، فِي (الْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ)، فَقَتَلَهُ.

(22) وَفِي يَوْمِ (28) نَيْسَانَ سَنَةِ 1927م، وَفِي السَّاعَةِ التَّاسِعَةِ بِتَوَقِيتِ مَدِينَةِ (أَبَا) الْيَابَانِيَّةِ، سَقَطَ نَيْرُكَ صَغِيرٌ فِي هَذِهِ الْمَدِينَةِ، وَمَسَّ كَتِفَ ابْنَةٍ (تَاهِي كُورِيَامَا)، الْبَالِغَةِ مِنَ الثَّمَرِ (5) سَنَوَاتٍ، مَسًّا خَفِيفًا، مِمَّا أَدَّى إِلَى إِصَابَتِهَا بِجَرْحٍ خَفِيفٍ.





### • المراجع العربية

1. مكوك الفضاء، تأليف: نايل جور، ط2، ميدلفانت آ.ج. سويسرة، 1985.
2. حرب النجوم، إعداد: عاطف معتوق، دمشق، 1986.
3. قصة نشوء الكون، د. مخلص الرئيس و د. علي موسى، ط1، دار دمشق، دمشق، 1990.
4. طبيعة الكون، كليف كيلمستر، ترجمة: م. محمد بشار حكمت البيطار، منشورات وزارة الثقافة السورية، دمشق، 1991.
5. الفضاء الخارجي واستخداماته السلمية، تأليف: د. محمد بهي الدين عرجون، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 1996.
6. نحن و الكون، تأليف: عبد الوهاب سليمان الشراد، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، ط1، 1996.
7. العتمة في الليل، إدوارد هاريسون، ترجمة: د. حاتم النجدي، دار طلاس، ط1، دمشق، 1998.
8. الأقمار الصناعية، تأليف: ستيف باركر، ترجمة: مركز التعريب و البرمجة، الدار العربية للعلوم، بيروت، 1999.
9. الكون، إعداد: د. عصام المياس، مكتبة لبنان ناشرون، ط1، بيروت، 1999.
10. الأرض و الفضاء، ترجمة: ألفيرا نصور، أكاديمية إنترناشيونال، بيروت، 2000.
11. الملاحظة الفلكية عند العرب، حسن صالح شهاب، مركز البحوث و الدراسات الكويتية، الكويت، 2002.
12. الطاقة و الفضاء، المحرران: مايكل رايت و موكول باتل، ترجمة مركز التعريب و البرمجة، الدار العربية للعلوم، دمشق، ط1، 2002.
13. اختلاف المنظر النجمي، ألان هيرشفيلد، تعريب: د. خضر الأحمد، مكتبة العبيكان، الرياض، 2003.
14. أسرار الفيزياء الفلكية و الميثولوجيا القديمة. س. يوشكين، ترجمة: د. حسان مخائيل اسحق، دار علاء الدين، دمشق، 2006.

### • المراجع الأجنبية

1. Das grosse Ravensburger Lexikon, Otto M.R. , 14- , Germany , 1992 .
2. How the universe works, Heather C. , Nigel H. , DK, UK, 1994 .
3. the World book encyclopedia of science , astronomy , physics , USA, 1997 .
4. E. Encyclopedia, DK, UK, 2003 .
5. E. Encyclopedia science , DK, UK, 2004 .



### • مصادر الصور :

1. مجلة العلوم : المجلد/العدد/الصفحات

-23/9/8 , 96-71/2/6 , 45-42-7-5/1/61 , 68/7-6 , 15/3/4 , 14/1 , 11-41/11/18 , 14-13/5/17  
29 , 21-16/4/15 , 35/7/8 , 63-57/2/6 , 9-5/9/12 , 53-32/9/52 , 8/1/33 , 20-32/1/15 , 7-6/9/8 ,  
33-29/2/13 , 37-35/12-11/18 , 45/12-11/19 , 16-14/6-5/12 , 19-12/7-6/11 , 27-22/2-1/10  
76-70/5/5 , 25/4/18 , 33-28/4-3/17 , 39/11/13 , 67-36/11-10/21 , 9-7/8/6 , 74-23/3-2/18  
28-26/4/16 , 65-61/1/8 , 100/5/3 , 20-17/9-8/20 , 57-54/12/11 , 58/9-8/19 , 55-53/6/8  
49-43/12/14 , 31-24/5/13 , 46-45/1/20 , 9-6/7-6/14 , 52/11/12 , 23/2/16 , 60-18/11/11  
20-18/12/20 , 67-37/1/19 , 79-78/6/8 , 16-13/7-6/20 , 43-40/9-8/14 , 48-45/5-4/20  
-30/7-6/19 , 22-19/3-2/19 , 16/-45/19 , 95-90/6-5/18 , 32/9/16 , 18-13/3/16 , 70-68/2/12  
-34/4/4 , 39-32/10/15 , 18-15/9-8/10 , 47/2/7 , 10-6/8/8 , 60/9-8/17 , 50-49/6-5/21 , 33  
65-52/2-1/22 , 50/9-8/19 , 69-86/5/11 , 1/12/11 , 25/4-3/17 , 63

2. مجلة العربي العلمي : العدد/الصفحات

29-5/9 , 5/13 , 8-5-4/11 , 7-6/12 , 31-6/14  
22-21/10

3. مجلة علم وعالم : العدد/الصفحات

68 , 9-4/23 , 70-7-6/20 , 68-4/26 , 34-4/25  
21-20

4. مجلة 2000 : مجلد 1 العدد 4/الصفحات 23-21

5. مجلة العلم و التكنولوجيا : العدد 5/الصفحات 31-20

6. المجلات و الدوريات العلمية الأجنبية :

Sky at Night , pp 1283 , 2006-67-66-65-47- .

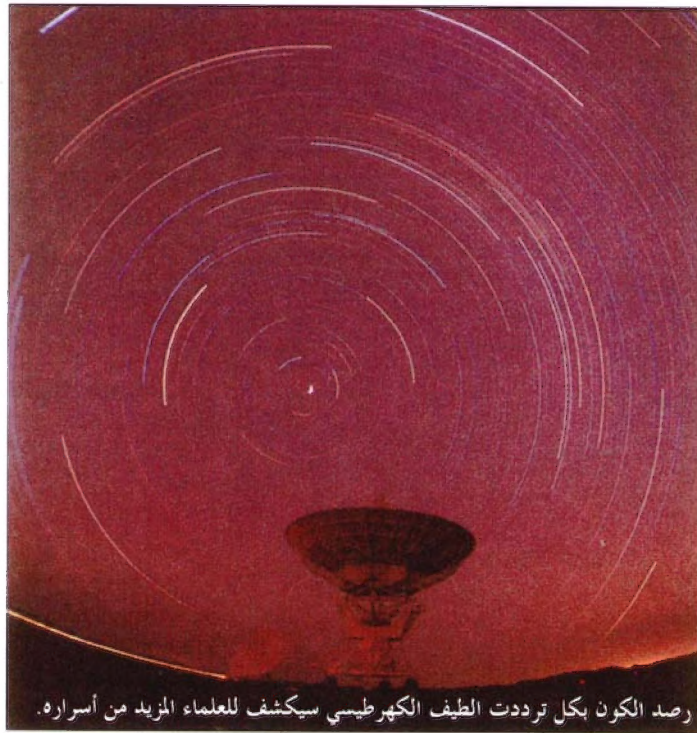




يبقى علم الفلك و موضوعاته أكثر العلوم إثارة  
لفضول البشر.



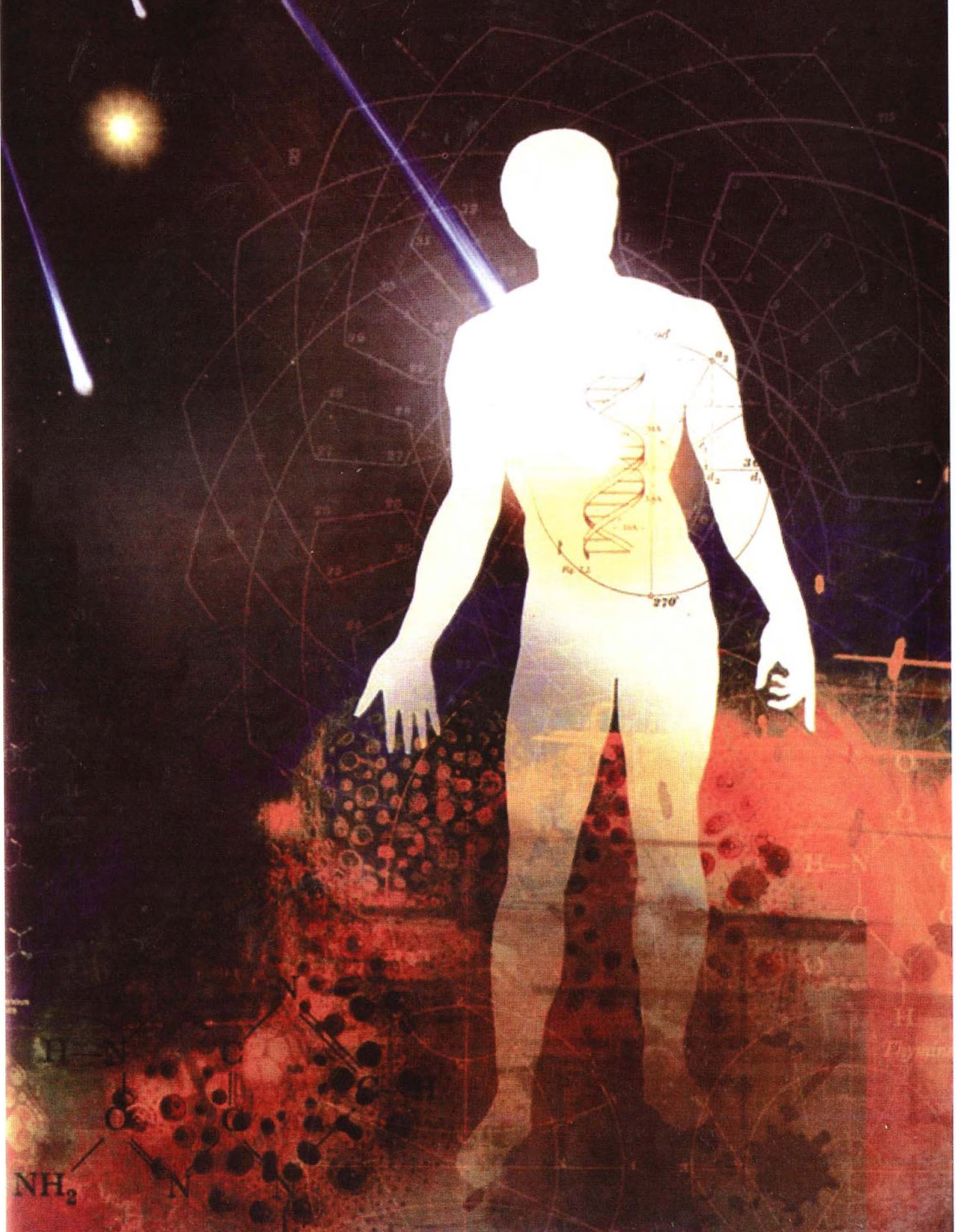




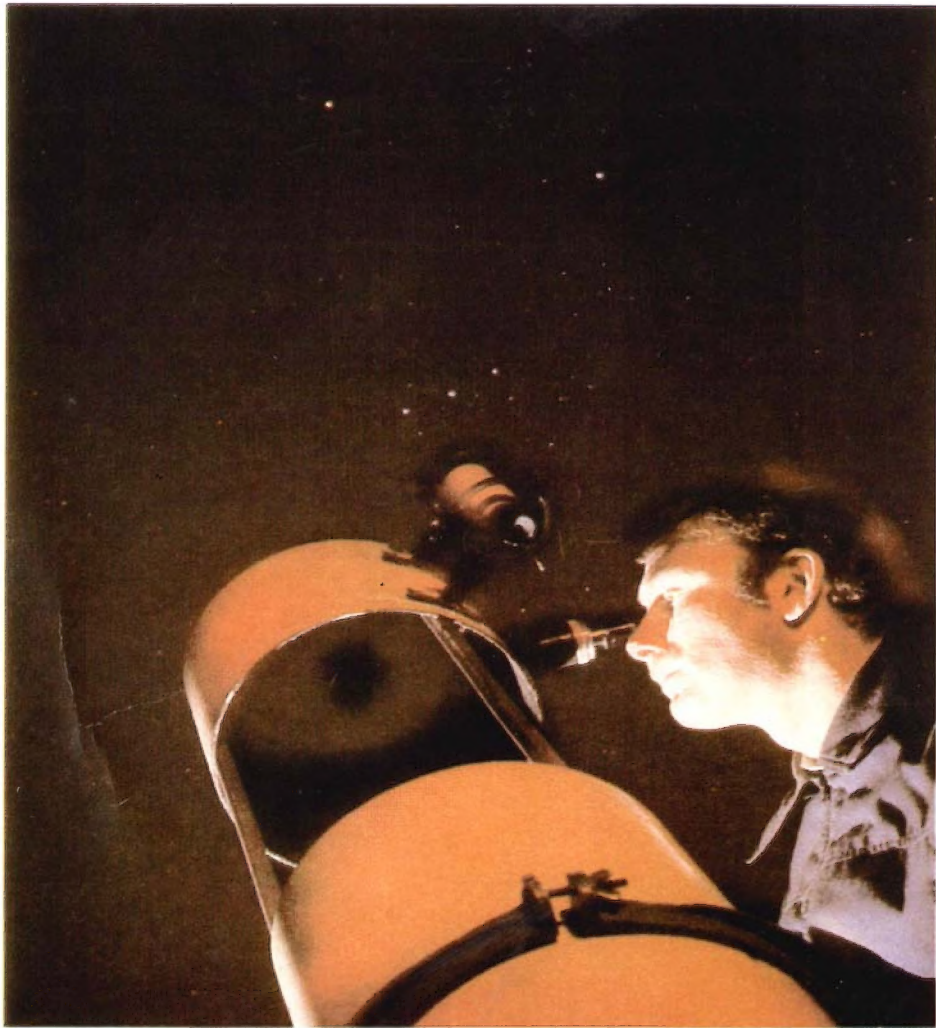
رصد الكون بكل ترددات الطيف الكهرطيسي سيكشف للعلماء المزيد من أسرارهِ.



حتى الآن يعتبر الإنسان الكائن الكوني الوحيد الذي يرصد الكون عن وعي و إدراك.







يتميز علم الفلك بوجود هواة له، بعكس غالبية العلوم الأخرى التي لا تستهوي الناس،  
حيث يمكن هؤلاء أن يشاطروا العلماء اسكتشاف السماء من خلال أدواتهم.



# الموسوعة الفلكية



شركة

دار الشروق العربي

بيروت - لبنان

تلفاكس: 00961 1 701668

ص.ب.: 11/6918 - الرمز البريدي 11072230

سوريا - حلب

هاتف: 2116441 - 2115773

فاكس: 00963 21 2125966 ص.ب.: 415

E-mail: afach1@scs-net.org

info@afashedu.com

ISBN 995-61-244-7



9 00000 >

9 780995 612440